AIRCRAFT ELECTRICAL SYSTEM ASSEMBLY

XI

SEMESTER 3

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 adalah kurikulum berbasis kompetensi. Didalamnya dirumuskan secara terpadu kompetensi sikap, pengetahuan dan keterampilan yang harus dikuasai peserta didik serta rumusan proses pembelajaran dan penilaian yang diperlukan oleh peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diinginkan.

Faktor pendukung terhadap keberhasilan Implementasi Kurikulum 2013 adalah ketersediaan Buku Siswa dan Buku Guru, sebagai bahan ajar dan sumber belajar yang ditulis dengan mengacu pada Kurikulum 2013. BukuSiswa ini dirancang dengan menggunakan proses pembelajaran yang sesuai untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan dan diukur dengan proses penilaian yang sesuai.

Sejalan dengan itu, kompetensi keterampilan yang diharapkan dari seorang lulusan SMK adalah kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret.Kompetensi itu dirancang untuk dicapai melalui proses pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) melalui kegiatan-kegiatan berbentuk tugas (*project based learning*), dan penyelesaian masalah (*problem solving based learning*) yang mencakup proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Khusus untuk SMK ditambah dengan kemampuan mencipta .

Sebagaimana lazimnya buku teks pembelajaran yang mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, buku ini memuat rencana pembelajaran berbasis aktivitas.Buku ini memuat urutan pembelajaran yang dinyatakan dalam kegiatan-kegiatan yang harus **dilakukan** peserta didik.Buku ini mengarahkan hal-hal yang harus **dilakukan** peserta didik bersama guru dan teman sekelasnya untuk mencapai kompetensi tertentu; bukan buku yang materinya hanya dibaca, diisi, atau dihafal.

Buku ini merupakan penjabaran hal-hal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, peserta didik diajak berani untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Buku ini merupakan edisi ke-1.Oleh sebab itu buku ini perlu terus menerus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan.

Kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya sangat kami harapkan; sekaligus, akan terus memperkaya kualitas penyajian buku ajar ini. Atas kontribusi itu, kami ucapkan terima kasih.Tak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kontributor naskah, editor isi, dan editor bahasa atas kerjasamanya.Mudah-mudahan, kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan menengah kejuruan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2014
Direktur Pembinaan SMK

Drs. M. Mustaghfirin Amin, MBA

DAFTAR ISI

Kegiatan belajar 6

Kegiatan belajar 7

Kegiatan belajar 8

Kegiatan belajar 9

BAB III EVALUASI

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

PERISTILAHAN / GLOSSARY

- AC : Merupakan singkatan dari Alternating Curent (arus bolak balik)
- DC ; Merupakan singkatan dari direct current (arus searah)
- APU : **Auxiliary Power Unit** dipergunakan untuk menyediakan tenaga listrik DC maupun AC
- **Ground Power Unit (GPU) :** Adalah sejenis pembangkit tenaga listrik yang sumber mechanical energynya berasal dari motor piston atau motor tubine.
- koil : lilitan dari relay
- common : bagian yang tersambung dengan NC(dlm keadaan normal)
- TOL : Thermal overload adalah alat pengaman rangkaian dari arus lebih yang diakibatkan beban yang terlalu besar dengan jalan memutuskan rangkaian
- Klem (sengkang) : Klem digunakan untuk menahan pipa agar dapat dipasang pada dinding atau langit-langit
- Cutting / : Pemotongan panjang kabel dan jenis kabel yang telah ditetapkan dalam Engineering Drawing atau Operation Sheet
- Marking : Adalah proses penandaan kabel sesuai reirment Drawing dan proses spesifikasi wire stripper. Adalah proses pengupasan isolasi kabel. Alat yang digunakan untuk mengupas kabel
- Crimping : Adalah proses pemasangan/penguncian terminal lug, pin, dan socket, serta splice pada kabel yang telah dikupas
- Konektor : Adalah suatu alat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan wiring system
- Looming : Adalah proses penyusunan atau pengikatan kabel sehingga tersusun dalam beberapa group atau bundle

BAB. I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Kesempurnaan kondisi suatu pesawat udara sebagian besar tergantung dari sistem kelistrikan nya dan bagian-bagian dari sistem tersebut . Kekurang telitian dalam pemasangan ataupun perawatan sistem kelistrikan pada pesawat udara dapat mengakibatakan kecelakaan pada pesawat udara tersebut.Dalam hal ini keterampilan dan pengetahuan serta ketelitian dalam pemasangan dan perawatan sistem kelistrikan sangat di perlukan, yang akan di bahas pada bahan ajar Merakit sistim listrik pesawat udara.

Merakit sistim listrik pesawat uada merupakan bahan ajar yang memiliki ruang lingkup meliputi: beban listrik pada saat terbang continous (cruising) take off/landing terbang emergency dan final test, komponen reley kontaktor,sekring(fuse), MCB, saklar, thermal over load, time relay, diode,transistor, SCR, DIAC, TRIAC, peraturan instalasi listrik, proteksirangkaian distibusi, skema intalasi pesawat udara. Pembuatan rangkaian listrik pesawat udara antara lain, SIstem penerangan , sistim starting< Sistim pengapian, sistim hidrolik, sistim anti icing /deicing.

Dengan menguasai modul ini diharapkan peserta diklat mampu memahami fungsi, konstruksi maupun mengetahui prinsip kerja prinsip kerja komponen listrik dan elektronikan dan rangkaian listrik pesawat udara sehingga dapat mengaplikasikannya pada dunia penerbangan, khususnya dalam pemasangan dan perawatan intalasi listrik pesawat udara.

Pendekatan pembelajaran dengan sistem bahan ajar memberikan kesempatan kepada peserta diklat untuk belajar secara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. Bahan ajar sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta diklat dapat belajar efektif dan efisien.

B. Prasyarat

Untuk melaksanakan modul air craft electrical system asembly memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat, yaitu :

- Peserta diklat telah memahami dasar-dasar instalasi lasi listrik
- Peserta diklat memahami dasar dasar gambar listrik
- Peserta memahami dasar-dasar kelistrikan: tegangan, arus dan beban listrik
- Peserta diklat telah memahami cara pembacaan alat ukur.

C. Petunjuk Penggunaan Bahan Ajar

1. Petunjuk bagi Peserta Diklat

Agar diperoleh hasil yang diinginkan pada peningkatan kompetensi, maka tata cara belajar bagi siswa memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a) Bacalah dengan seksama lembar informasi pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam bahan ajar.

b) Konsultasikan jika ada materi di dalam modul yang kurang jelas atau tidak mengerti kepada instruktur.

c) Cermatilah langkah langkah kerja pada setiap kegiatan belajar sebelum mengerjakan lembar kerja yang ada dalam bahan ajar.

d) Mengerjakan soal-soal dengan baik yang ada di dalam lembar latihan pada setiap kegiatan belajar.

2. Petunjuk bagi Guru

a) Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar.

b) Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.

c) Membantu siswa dalam memahami konsep, prinsip kerja, dan menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.

d) Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.

e) Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.

f) Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.

D.Tujuan Akhir

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang.air craft electrical system asembly Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah mengejakan seluruh isi dari buku bahan ajar ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 7,5. Setelah selesai mempelajari materi ini peserta diklat diharapkan dapat memahami

E.Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

Kompetensi inti

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI3 : Memahami,menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.

KI 4 :Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung

Kompetensi Dasar

1.1 Menyadari sempurnanya konsep Tuhan tentang benda-benda dengan fenomenanya untuk dipergunakan sebagai aturan dalam memahami prinsip kerja, cara mengoperasikan aircraft instrument

1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam memahami dan mengoperasikan aircraft instrument

2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam menerapkan prinsip kerja aircraft instrument

2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam memahami prinsip kerja, cara mengoperasikan, memasang aircraft instrument

2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif, konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam memahami prinsip kerja, cara mengoperasikan, memasang aircraft instrument

3.1 Penafsiran beban listrik pada saat terbang continous (crusing) take off/landing terbang emergency, taxiyng dan final test

4.1 Mengidentifikasi Beban listrik pada saat terbang continous (crusing) take off/landing terbang emergency, taxiyng dan final test

3.2 Penafsiran beban listrik pada saat terbang continous (crusing) take off/landing terbang emergency, taxiyng dan final test

4.2 Mengidentifikasi macam-macam komponen listrik elektronika

3.3 Menafsirkan peraturan instalasi listrik pada pesawat udara (PU

4.3 Menerapkan peraturan instalasi listrik pada pesawat udara (PU)

3.4 Memahami cara membuat rangkaian listrik pesawat udara

4.4 Membuat rangkaian listrik pesawat udara

Daftar Pertanyaan	Tingkat Penguasaan (score : 0 – 100)
1. Sebutkan macam - macam suber listrik pada PU	
2. Jelaskan sistem pembangkit pada PU	
3. Jelaskan sistim pembangkit DC pada PU	
4. Sebutkan beban pada peswat udara	
5. Sebutkan jaringan pada peswat udara	
6. Sebutkan beban pada jaringan vital	
7. Sebutkan macam –macam saklar.	
8. Jelaskan prinsip kerja relay	
9. Apa kegunaan kontaktor	
10. Apa kegunaan dari sekering	

11. Sebutkan fungsi MCB	
12. Apa beda MCB dgn Sekring	
13. Jelaskan fungsi dioda	
14. Jelaskan cara kerja tanssistor	
15. Jelaskan cara kerja DIAC	
16. Apa fungsi dari transistor	
17. Jelaskan tujuan dari persayaratana umum instalasi listrik.	
18. Jelaskan syrarat berlakunya persyratan instalasi umun listrik	
19. Syarat iintalasi listrik	
20. Komponen instalasi listrik	
21. Apa yang dimaksud dengan wiring	
22. Jelaskan pengerian kabel	
23. Sebutkan syarat pemasangan grounding pada peswat udara	
24. Sebutkan fungsi sistem penerangan pada peswat udara	
25. Sebutkan sistem penerangan dalam	
26. *Jelaskan cara kerja landing light*	
27. Jelaskan pengertian hidrolic	
28. sebutkan jenis fluida hydrolik	
29. Sebutkan sifat tekanan berdasarkan hukum paskal	
30. Sebutkan komponen sistem hidrolik	

BAB II

PEMBELAJARAN

1. Pembelajaran Pertama

a. Tujuan Pembelajaran

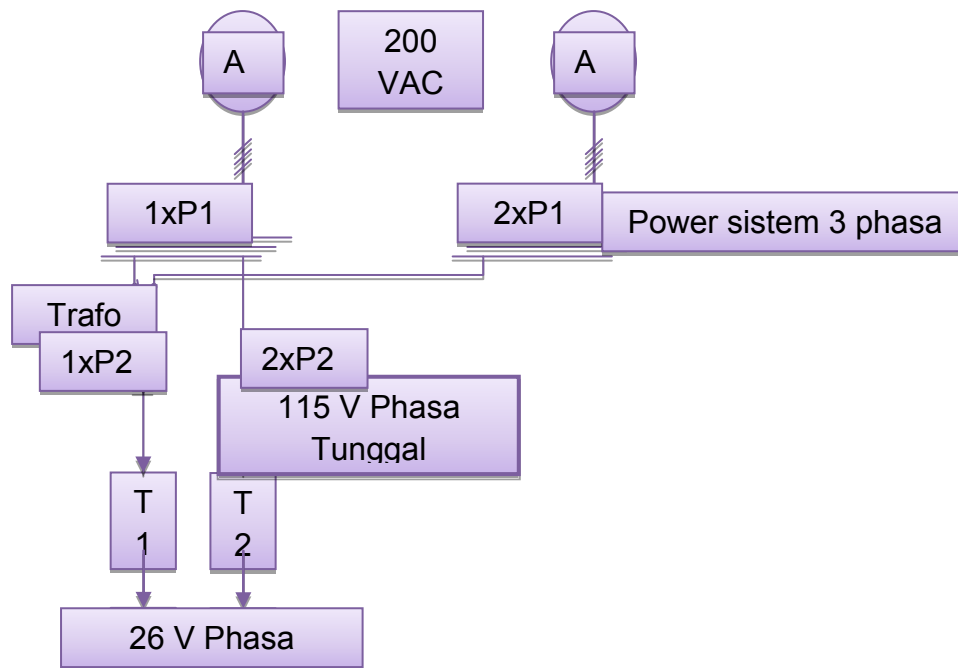
Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menjelaskan system pembangkit AC pesawat udara
2. Membandingkan kekurangan dan kelebihan pembangkit AC
3. Menjelaskan system pembangkit DC pesawat udara
4. Menjelaskan jenis dan fungsi baterrai pada pesawat udara
5. Menjelaskan fungsi APU dan GPU pada pesawat udara
6. Menjelaskan pendistribusian system pembangkit AC pada pesawat udara

b. Uraian materi

Sebelumnya kita sudah mengetahui prinsip kerja dan posisi mesin sebagai organ vital pada pesawat terbang. Sekarang kita akan membahas kelistrikan pada pesawat terbang dimulai dengan pembangkitan, distribusi hingga digunakan (dihubungkan ke beban). Pada prinsip kerja diketahui bahwa turbin gas yang digunakan oleh pesawat sebagai pesawat terbang yang mampu memutar turbin lalu menghasilkan daya dorong. Turbin yang berputar akan menggerkan generator dan menjadi sumber listrik yang utama pada pesawat terbang. Pesawat terbang memiliki generator lebih dari satu 3phasa.

1. Sistem pembangkit listrik AC pada pesawat udara

Arus bolak balik pada pesawat udara biasanya 3 phasa, 400 cps dengan tegangan 115-208 volt. Dimana tegangan line to netral adalah 115 volt, dan lin to line adalah 208 volt. Sedangkan untuk keprluan navigasi diperlukan arus AC dengan tegangan 26 volt (phasa tunggal) yang diperoleh dari penurunan tegangan 115 volt oleh transformator. Berikut adalah rangkaian pembangkit AC pada helicopter superpuma pada gambar 1.1

Gambar 1.1 (*rangkaian pembangkit AC pada helicopter superpuma)*

Dari gambar 1.1 (*rangkaian pembangkit AC pada helicopter superpuma)* diatas terlihat bahwa:

a. Tegangan 200 V, 3 phasa dibangkitkan oleh dua alternator dan didistribusikan melalui bus 3 phasa 1xP1 dan 2xP2.

b. Tegangan 115 V, 1 phasa diperoleh secara langsung dengan mengambil satu dari tiga phasa yang diperoleh dari power sistem 1, kemudian didistribusikan melalui bus 1xP2C dan 2xP2C.

c. Tegangan 26 volt, 1 phasa diperoleh dari daya 115 V, 1 Phasa setelah tegangannya diturunkan oleh 2 buah transformator (T1 dan T2). Kemudian didistribusikan ke beban

❖ Keuntungan keuntungan dari pembangkit listrik AC
- Konstruksinya kuat
- Tidak memerlukan komutator
- Mudah di transformasikan ke tegangan yang lain
- Slipring lebih mudah dirawat daripada komutator

❖ Kerugian dari pembangkit listrik AC
- Tidak mudah diparalelkan
- Masih memerlukan DC sebagai sistem kontrol
- Untuk komunikasi dan navigasi diperlukan frekuensi yang konstant
- Memerlukan switching yang rumit

2. Sistem pembangkit listrik DC pada pesawat udara

Sumber sumber listrik DC pada pesawat kecil,adalah:

a) Airborne (dibawa dalam pesawat)
- Baterai

- DC generator yang diputar oleh mesin

b) On ground (disiapkan dibawah)

- Ground baterai
- Ground Power Unit (GPU)

Sumber sumber listrik DC pada pesawat besar,adalah:

a) Airborne (dibawa dalam pesawat)

- Baterai
- DC generator
- Auxiliari Power Unit (APU)

b) On ground adalah GPU

3. Baterai

Pada pesawat udara digunakan dua macam baterai, yaitu

a. Lead Acid Batery (baterai asam)

b. Baterai alkalin (baterai basa)

Baterai digunakan untuk :

a. Starting, jika tidak tersedia Ground Power Unit.

b. Untuk melayani beban vital jika pesawat krisis atau mesin pesawat coati sehingga penerbang masih dapat berkomunikasi dengan tower atau pesawat lain untuk meminta tolong dan memberitahukan posisinya.

Emergency baterai digunakan dalam kondisi darurat dimana penerbang telah meng- off-kan seluruh generator, termasuk baterai (untuk melayani beban vital, seperti : stand by artificial horizon, emergency exist, dan ordinance lights.)

4. Auxiliary Power Unit dan Ground Power Unit

a). Auxiliary Power Unit (APU)

Dulunya adalah airborne power unit yaitu piston engine sebagai sumber tenaga untuk pembangkit tenaga listrik ataupun untuk kompresor. APU disebut airborne power unit karena mesin jet kecil yang dibawa di dalam pesawat udara. Lokasinya di wilayah Unpressurized Area bagian Fuse Lage yang tidak bertekanan udara tetapi bukan vaccum, bagian-bagian ini terdapat pada tail area.

Sekarang APU adalah Gas Turbine Engine (GTE), yaitu sebuat mesin jet kecil yang tenaganya dipergunakan untuk menyediakan tenaga listrik DC maupun AC, sebagai

emergency bila sumber-sumber tenaga dari engine tidak berfungsi dan GPU juga tidak ada. APU juga menyediakan Compress Air untuk pneumatic starter atau air conditioning bila engine tidak bekerj a dan GPU tidak ada.

Maka seorang mekanik harus betul-betul mempersiapkan APU yang Ready For Use APU di dalam pesawat memiliki sistem yang independent (mandiri).

APU terletak di :

a. Cockpit, terdapat APU : control untuk start APU dari baterai daan instrumen untuk penunjukan Volt, Frekuensi, Ampere, Oil Presure, dan lain-lain.

b. Unpressurized Area, terdapat APU control dan instrumennya.

b. Ground Power Unit (GPU)

Adalah sejenis pembangkit tenaga listrik yang sumber mechanical energynya berasal dari motor piston atau motor tubine. GPU pada umumnya dipersiapkan pada pelabuhan besar atau sedang untuk melayani starting untuk pesawat besar atau sedang.

Tenaga Gas Turbin Unit (GTE) disalurkan untuk :

a. Pembangkit tenaga listrik (power supply) AC atau DC

b.Tenaga kompressor, untuk starter dan air conditioning.

Pada pelabuhan besar : ground service bus tidak hanya terdapat GPU, tetapi ada pula air conditioning cart, fuel cart, dan lain-lain.

C. RANGKUMAN

Arus bolak balik pada pesawat udara biasanya 3 phasa, 400 cps dengan tegangan 115-208 volt.Dimana tegangan line to netral adalah 115 volt, dan line to line adalah 208 volt.Sedangkan untuk keprluan navigasi diperlukan arus AC dengan tegangan 26 volt (phasa tunggal) yang diperoleh dari penurunan tegangan 115 volt oleh transformator. Berikut adalah rangkaian pembangkit AC pada helicopter superpuma

❖ **Keuntungan keuntungan dari pembangkit listrik AC**
- Konstruksinya kuat
- Tidak memerlukan komutator
- Mudah di transformasikan ke tegangan yang lain
- Slipring lebih mudah dirawat daripada komutator

❖ **Kerugian dari pembangkit listrik AC**
- Tidak mudah diparalelkan
- Masih memerlukan DC sebagai sistem kontrol
- Untuk komunikasi dan navigasi diperlukan frekuensi yang konstant

Memerlukan switching yang rumit

Sumber sumber listrik DC pada pesawat kecil,adalah:

c) Airborne (dibawa dalam pesawat)
- Baterai
- DC generator yang diputar oleh mesin

d) On ground (disiapkan dibawah)
- Ground baterai Ground Power Unit (GPU

Baterai digunakan untuk :

a. Starting, jika tidak tersedia Ground Power Unit.

b. Untuk melayani beban vital jika pesawat krisis atau mesin pesawat coati sehingga penerbang masih dapat berkomunikasi dengan tower atau pesawat lain untuk meminta tolong dan memberitahukan posisinya.

Emergency baterai digunakan dalam kondisi darurat dimana penerbang telah meng- off-kan seluruh generator, termasuk baterai (untuk melayani beban vital, seperti : stand by artificial horizon, emergency exist, dan ordinance lights.

d. Tugas

1. Bandingkan sistim pembangkit AC dengan Pembangkit DC.
2. Apa beda APU dengan GPU
3. Jelaskan sumber-sumber pembangkit DC.

e. Tes

1. Jelaskan secara singkat system pembangkit AC pada pesawat udara?
2. Sebutkan kekurangan dan kelebihan pada pembangkit AC pesawat udara?
3. Jelaskan secara singkat system pembangkit DC pada pesawat udara?

f.Kunci jawaban

1. arus bolak balik pada pesawat udara biasanya 3 phasa, 400 cps dengan tegangan 115-208 volt. Dimana tegangan line to netral adalah 115 volt, dan lin to line adalah 208 volt. Sedangkan untuk keprluan navigasi diperlukan arus AC dengan tegangan 26 volt (phasa tunggal) yang diperoleh dari penurunan tegangan 115 volt oleh transformator.
2. Keuntungan keuntungan dari pembangkit listrik AC
    - Konstruksinya kuat
    - Tidak memerlukan komutator
    - Mudah di transformasikan ke tegangan yang lain
    - Slipring lebih mudah dirawat daripada komutator

   Kerugian dari pembangkit listrik AC
    - Tidak mudah diparalelkan
    - Masih memerlukan DC sebagai sistem kontrol
    - Untuk komunikasi dan navigasi diperlukan frekuensi yang konstant
    - Memerlukan switching yang rumit
3. Airborne (dibawa dalam pesawat)
    - Baterai
    - DC generator yang diputar oleh mesin

   On ground (disiapkan dibawah)
    - Ground baterai
    - Ground Power Unit (GPU)

g.Lembaran Kerja Peseta Didik

2. Pembelajaran Kedua

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menyebutkan Beban beban listrik pesawat udara
2. Menjelaskan jaringan vital dan penggunaannya pada pesawat udara
3. Menjelaskan jaringan essensial dan penggunaannya pada pesawat udara
4. Menjelaskan jaringan sekunder dan penggunaannya pada pesawat udara
5. Siswa dapat menjelaskan jenis jenis beban yang menggunakan pembangkit AC
6. Siswa dapat menjelaskan jenis jenis beban yang menggunakan pembangkit DC
7. Siswa dapat menjelaskan jenis jenis beban sesuai jaringannya

b. Uraian materi

1. Beban beban listrik pada pesawat udara

Yang termasuk beban listrik pada pesawat udara adalah komponen komponen sebagai berikut:

- Flap Motor
  Yaitu motor yang berfungsi sebagai tenaga penggerak plap utama yang dikontrol oleh penerbang melalui switch (sakelar)
- Landing Gear Motor
  Terletak dibawah tempat duduk pilot, motor ini putarannya dapat dibolak balik dan dilengkapi reduction gear ban serta bel crank untuk merubah putaran jadi gerak maju dan mundur dan dihubungkan dengan pipa batangan
- Landing light
  Yaitu lampu penerangan yang dipasang pada pesawat untuk penerangan landasan, pada saat pesawat maumendarat pada cuaca gelap atau melam hari.
- Navigation light
- Radio unit,dll

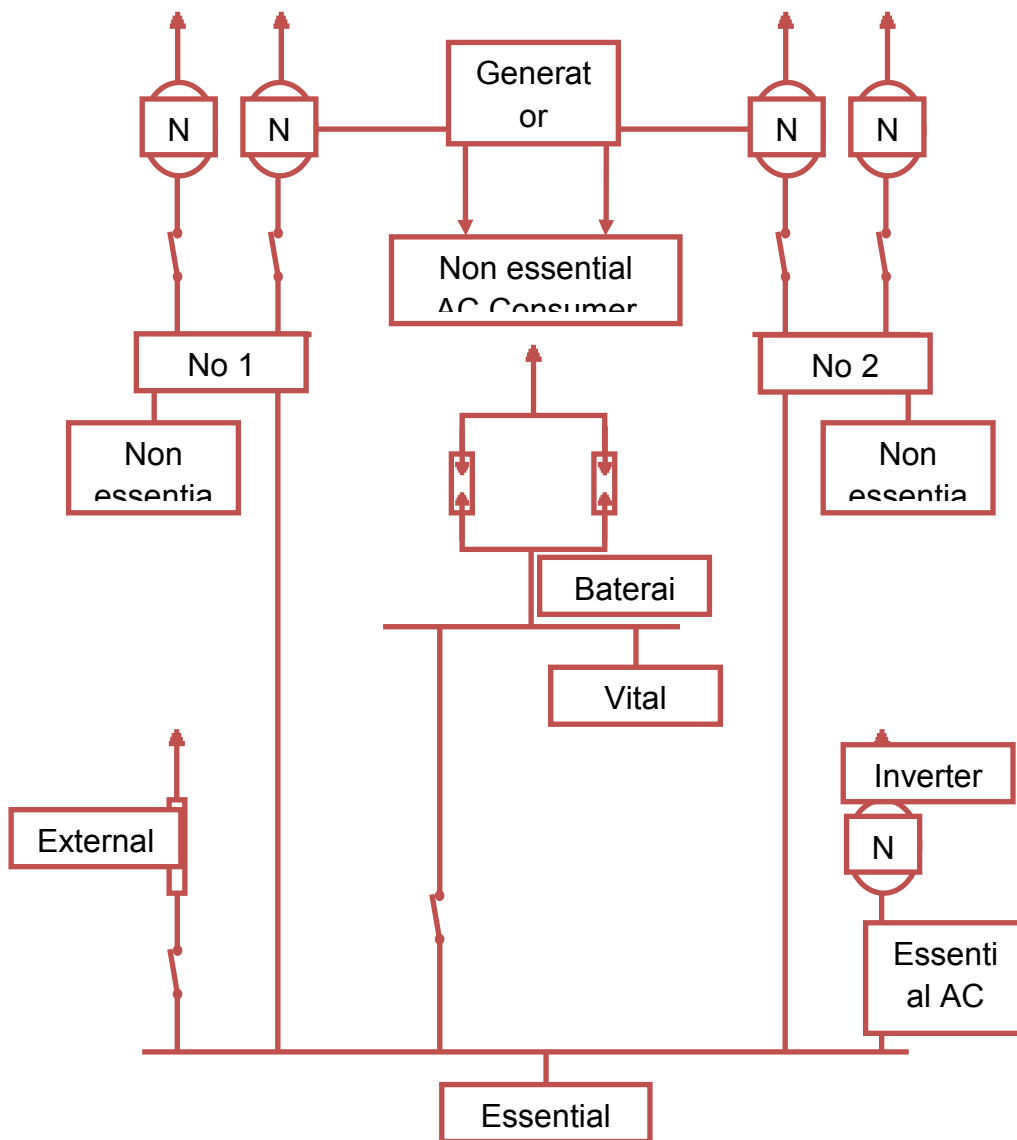
Jaringan listrik pada pesawat udara Secara umum penyediaan jaringan tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga bagian,yaitu:

a) Jaringan Vital (utama)
   Adalah penyediaan untuk segala macam pendaratan darurat
   Contoh: lampu lampu darurat dan system pemadam kebakaran, sumber diambil langsung dari baterai.

b) Jaringan penting (essential)

Adalah penyediaan / jaringan untuk segala keperluan dalam menjamin kondisi pesawat waktu terbang pada keadaan darurat selama penerbangan.Sumber disalurkan dari generator dan baterai.

c) Jaringan sekunder (kurang penting / non essential)

Adalah penyediaan yang dapat diputuskan apabila beban arus listrik berada dalam keadaan darurat. Penyediaan ini diambil dari DC dan AC busbar yang diperoleh dari generator

Gambar 2.1 (*jaringan sekunder)*

Dari gambar 2.1(*jaringan sekunder)* tersebut memperlihatkan sistem split busbar, dengan sumber tenaga listrik 28 V dc dari generator yang di putar oleh mesin 115 V, 400 Hz yang dihasilkan dari inverter serta 28 V dc dari baterai.

Setiap generator memiliki busbar tersendiri untuk melayani yang non esestial. Kedua busbar tersebut dihubungkan ke busbar pusat (centre busbar yang energi listriknya untuk keperluan penting

Kedua generator tersebut adalah untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik DC.Busbar pusat memiliki hubungan ke baterai.Apabila salah satu generator tidak normal maka arus tenaga listrik ke busbar dapat diputuskan dan tenaga listrik di peroleh dari busbar lainnya. Apabila keduanya tidak berfungsi maka secara otomatis baterai akan menyalurkan tenaga. Hubungan pnggunaan tenaga listrik dan kemampuan baterai harus tetap terjaga.Sedangkan tenaga listrik arus AC diperoleh dari inverter. Inverter no. 1 untuk melayani keperluan penting, sedangkan inverter no. 2 dan, no. 3 untuk keperluan yang kurang penting.

1. Jenis jenis beban sesuai pembangkit yang dipakai
   a. Pembangkit AC

Berikut ini adalah beban beban yang memakai tenaga listrik AC (400 Hz AC Power):

- 3 phasa 200 V(windscreen dan rotor de-icing)
- 1 phasa 115 V(autopilot-directional dan vertical gyros)
- 1 phasa 26 V (Navigation Equipment – Autopilot)

   b. Pembangkit DC

Daftar beban sirkit (safety) (PPI)

- Engine 1 dan 2 governoers
- Engine NG
- Fire detection system
- Fire extenguishing system
- Fuel booster pump
- Fuel dumping system
- Emergency release system
- Transponder

Daftar beban sirkit essential (safety) (PPI yang dikembalikan ke negative baterai).

- Fire extenguishing system
- Electrically operated emergency landing gear extension system
- Cockpit utility light

a. Jenis jenis beban sesuai jaringannya

1) Beban pada Jaringan Vital (utama)

- Stand by artificial horizon
- Emergency Exist
- Ordinance light
- Fire detection system
- Fire extenguishing system

2) Beban pada Jaringan penting (essential)

- Navigation
- ADF-VOR
- Oil Press Indicator
- Fuel Press Indicator
- Torque Indicator
- Cockpit Utility Light
- Emergency release system
- Transponder

3) Beban pada Jaringan sekunder (kurang penting / non essential)

- Windshield heater
- External lighting and communication
- Stewardess call system
- Passenger compartment main lighting

C. RANGKUMAN

Beban beban listrik pada pesawat udara

a. Flap Motor
b. Landing Gear Motor
c. Landing Light
d. Navigation Light
e. Radio Unit, dan lain-lain

Jaringan listrik pada pesawat udara

a. Jaringan Vital (utama)
b. Jaringan penting (essential)
c. Jaringan sekunder (kurang penting / non essential)

1. **Yang termasuk beban listrik pada pesawat udara adalah**
   - Flap Motor
   - Landing Gear Motor
   - Landing Light
   - Navigation Light
   - Radio Unit, dan lain-lainl

2. **Jaringan Vital (utama)**

   Adalah penyediaan untuk segala macam pendaratan darurat

d. Lembaran kerja

   Contoh: lampu lampu darurat dan system pemadam kebakaran, sumber diambil langsung dari baterai.

3. Jaringan penting (essential)

Adalah penyediaan / jaringan untuk segala keperluan dalam menjamin kondisi pesawat waktu terbang pada keadaan darurat selama penerbangan. Sumber disalurkan dari generator dan baterai

3. Pembelajaran Ketiga

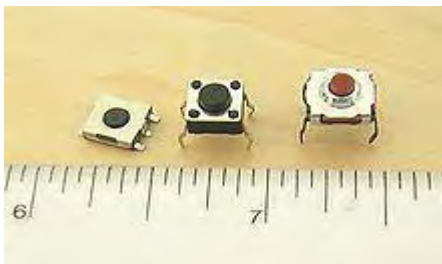
a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menjelaskan pengertian, macam-macam, prinsip kerja serta aplikasi dari saklar.
2. Menjelaskan pengertian, jenis, prinsip kerja serta aplikasi dari relay.
3. Menjelaskan pengertian, prinsip kerja serta aplikasi dari kontaktor.
4. Mengetahui cara pemasangan komponen listrik sebagai pengontrol berdasarkan skema instalasi listrik pada jobsheet

b. Uraian materi

a**. Saklar**

Pengertian Saklar

Gambar 3.1 *(saklar)*

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya.Jadi saklar pada dasarnya adalah alat penyambung atau pemutus aliran listrik.Selain untuk jaringan listrik arus kuat, saklar berbentuk kecil juga dipakai untuk alat komponen elektronikaarus lemah.

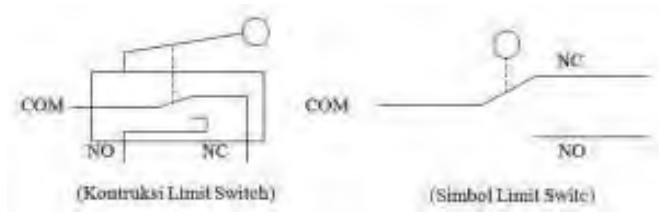
- **Macam-macam Saklar/Switch**

1. **Saklar Manual**: Saklar manual cara mengoperasikannya ialah dengan memindahkan tuas saklar secara mekanis oleh operator. Biasanya saklar manual dipakai pada rangkaian elektronik dengan kapasitas daya yang kecil dan tegangan yang kecil agar tidak menimbulkan kemungkinan bahaya yang besar.
2. **Saklar Toggle**: Saklar toggle adalah saklar yang menghubungkan atau memutuskan arus dengan cara menggerakkan toggle/tuas yang ada secara mekanis.
3. **Saklar Push Button:** Pada umumnya saklar push button adalah tipe saklar yang hanya kontak sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka akan kembali lagi menjadi NO, biasanya saklar tipe NO ini memiliki rangkaian penguncinya yang dihubungkan dengan kontaktor dan tipe NO digunakan untuk tombol on.
4. **Saklar Pemilih (Selector Switch, disingkat SS):** Saklar jenis ini pada umumnya tersedia dua, tiga atau empat pilihan posisi, dengan berbagai tipe knop. Saklar pemilih biasanya

dipasang pada panel kontrol untuk memilih jenis operasi yang berbeda, dengan rangkaian yang berbeda pula.

5. **Saklar Mekanik**: Saklar mekanik akan on atau off secara otomatis oleh sebuah proses perubahan parameter, misalnya posisi, tekanan, atau temperatur. Saklar akan On atau Off jika set titik proses yang ditentukan telah tercapai.

Simbol Saklar (Switch)		
	Toggle Switch SPST	Terputus dalam kondisi open
	Toggle Switch SPDT	Memilih dua terminal koneksi
	Saklar Push-Button (NO)	Terhubung ketika ditekan
	Saklar Push-Button (NC)	Terputus ketika ditekan

Gambar 3.2 *(symbol macam-macam saklar (switch))*

Gambar 3.3 *(konstruksi saklar)*

Saklar Push ON Saklar merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. Salah satu jenis saklar adalah saklar Push ON yaitu saklar yang hanya akan menghubungkan dua titik atau lebih pada saat tombolnya ditekan dan pada saat tombolnya tidak ditekan maka akan memutuskan dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika.

.

- **Fungsi sakelar**

Secara umum kegunaan saklar atau fungsi saklar adalah untuk memutuskan atau menyambungkan suatu rangkaian, bisa itu rangkaian listrik, rangkaian elektronika, atau dalam

kegunaan yang lebih canggih fungsi saklar dapat digabungkan dengan peralatan lain misalnya relay atau saklar elektronik.

Fungsi saklar dalam suatu rangkaian listrik adalah untuk memutuskan arus listrik maupun menghubungkan arus listrik. Sebuah saklar dapat bekerja secara manual maupun dikendalikan oleh control lain.

- **Prinsip kerja sakelar**

Ketika actuator dari Limit switch tertekan suatu benda baik dari samping kiri ataupun kanan sebanyak 45 derajat atau 90 derajat (tergantung dari jenis dan type limit switch) maka, actuator akan bergerak dan diteruskan ke bagian dalam dari limit switch, sehingga mengenai micro switch dan menghubungkan kontak-kontaknya.

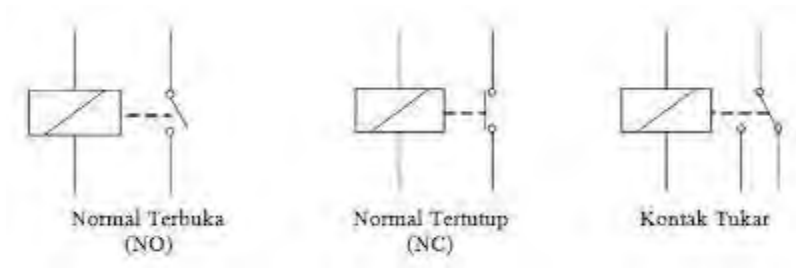
Pada micro switch terdapat kontak jenis NO dan NC, kemudian kontak ini mempunyai beban kerja sekitar 5 A, untuk dihubungkan ke perangkat listrik lainnya, selain itu limit switch juga mempunyai head atau kepala tempat dudukan actuator, pada bagian atas dari limit switch, posisinya bisa dirubah-rubah sesuai dengan kebutuhan.

c. Relay

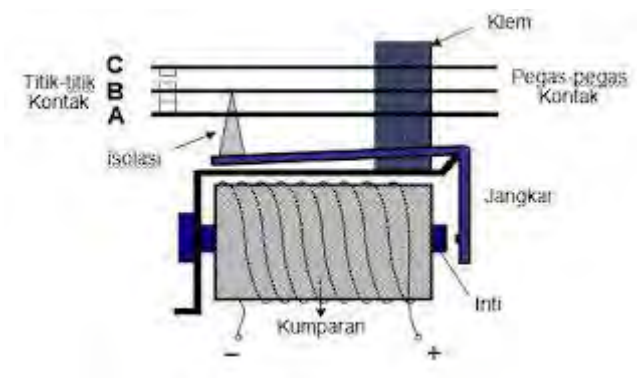
Gambar 3.4 *(relay)*

Relay adalah sebuah saklar elekronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. koil : lilitan dari relay
2. common : bagian yang tersambung dengan NC(dlm keadaan normal)
3. kontak : terdiri dari NC dan NO

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relai merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya .Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka.Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Gambar 3.5 ***(symbol relay)***

Apabila lilitan kawat (kumparan) dilalui arus listrik, maka inti menjadi magnet. Inti ini kemudian menarik jangkar, sehingga kontak antara A dan B terputus (terbuka), dan membuat kontak B dab C menutup.

Konstruksi Relay Dua Kutub, dibawah ini :

Gambar 3.6 ***(konstruksi relay)***

Berdasarkan sumber arus listrik ada dua buah macam relay yaitu : relay yang dioperasikan oleh arus listrik searah dan relay yang digerakkan oleh arus listrik bolak-balik, sedangkan untuk jenis relay ditinjau dari susunan kontak-kontaknya ada tiga macam yaitu:

a. Normal terbuka / NO (*Normally Open*Jika relay dialiri oleh arus listrik searah maka kontaknya akan menutup.
b. Normal tertutup / NC (*Normally Close*) Jika relay dialiri oleh arus listrik searah maka kontaknya akan membuka.
c. Kontak tukar / CO (*Change Over*)

Relay ini pada keadaan normal kontak akan tertutup pada salah satu kutu

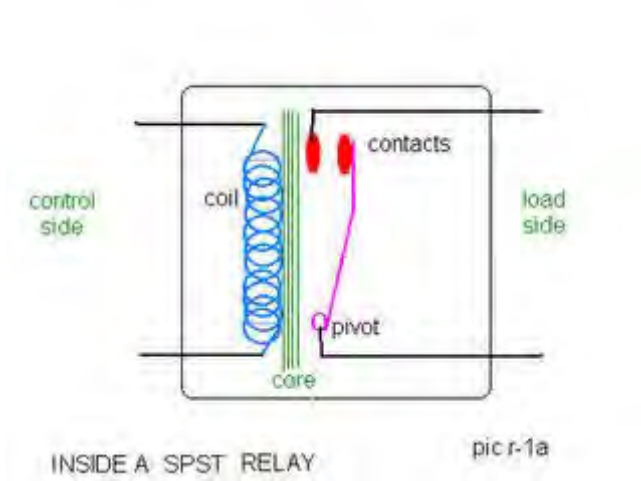
- **Fungsi relay**

Fungsi Relay sebenarnya adalah membuat jalur kabel langsung dari aki tampa melewati Saklar atau switch. Keuntungan penggunaan Relay adalah arus listrik lebih besar karena langsung dari sumber (AKI).Keuntungan kedua adalah saklar atau tombol (switch) lebih awet karena tidak dialiri arus listrik yang besar.

- **Prinsip kerja**

<u>Prinsip Kerja Relay</u>

Relay terdiri dariCoil & Contact

Coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang contactadalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik dicoil. Contact ada 2 jenis : Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close). Secara sederhana berikut ini prinsip kerja darir elay : ketikaCoil mendapat energi listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup

Gambar 3.7 *(Prinsip Kerja Relay Kontaktor)*

d. Kontaktor

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu kontak bekerja apabila kumparan diberi energi.

Prinsip Kerja Kontaktor

Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak Normally Open (NO) dan beberapa Normally Close (NC). Pada saat satu kontaktor normal, NO akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, NO akan menutup. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak NC akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak NC akan membuka.

(kontaktor)

Aplikasi Kontaktor

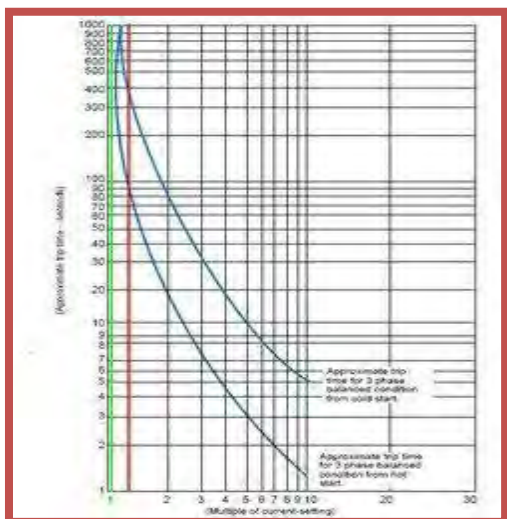
a. Pada penanganan arus besar atau tegangan tinggi, sulit untuk membangun alat manual yang cocok. Lebih dari itu, alat seperti itu besar dan sulit mengoperasikannya. Sebaliknya, akan relatif sederhana untuk membangun kontaktor magnetis yang akan menangani arus yang besar atau tegangan yang tinggi, dan alat manual harus mengontrol hanya kumparan dari kontaktor.
b. Kontaktor dapat dikontrol secara otomatis dengan alat pilot atau sensor yang sangat peka.

d. Thermal Overload (TOR)

Pengertian TOR

Thermal overload adalah alat pengaman rangkaian dari arus lebih yang diakibatkan beban yang terlalu besar dengan jalan memutuskan rangkaian ketika arus yang melebihi setting melewatinya.Thermal overload berfungsi untuk memproteksi rangkaian listrik dan komponen listrik dari kerusakan karena terjadinya beban lebih.

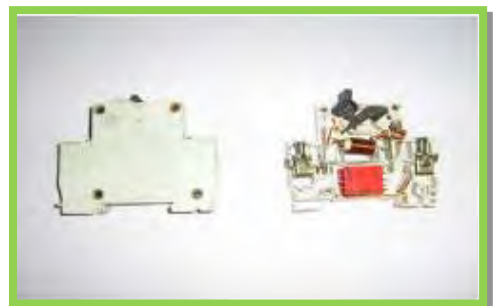
Thermal overload memproteksi rangkaian pada ketiga fasanya (untuk rangkaian tiga fasa) baik yang menggunakan sistem bimetal maupun yang menggunakan sistem elektronik tanpa suplai terpisah (maksudnya thermal overload elektronik ini tidak membutuhkan sumber daya listrik secara khusus) dan mempunyai sensitifitas terhadap hilangnya fasa yang bekerja dengan sistem diferensial (tidak langsung trip pada kasus terjadinya hilang satu fasa), namun apabila dibutuhkan rangkaian untuk trip segera saat kehilangan satu fasa, maka perlu diperlukan tambahan alat proteksi lain.

Thermal overload ini bisa dipasangkan langsung dengan kontaktornya maupun terpisah sehingga sangat fleksibel untuk pemasangannya di dalam panel. Pemilihan jenis thermal overload ditentukan oleh rating/setting arus sesuai dengan arus nominal rangkaian pada beban penuh dan kelas trip-nya. Untuk pemakaian standar digunakan kelas trip 10 yaitu thermal overload akan trip pada 7,2 Ir dalam waktu 4 detik.

Gambar 3.9 *(diagram prinsip kerja TOR)*

- **Prinsip Kerja TOR**

Sesuai dengan namanya proteksi motor ini menggunakan panas sebagai pembatas arus pada motor. Alat ini sangat banyak dipergunakan saat ini. Biasanya disebut TOR, Thermis atau overload relay. Cara kerja alat ini adalah dengan menkonversi arus yang mengalir menjadi panas untuk mempengaruhi bimetal. Nah, bimetal inilah yang menggerakkan tuas untuk menghentikan aliran listrik pada motor melalui suatu control motor starter (baca motor starter). Pembatasan dilakukan dengan mengatur besaran arus pada dial di alat tersebut.

- **Pengertian MCB**

Main Circuit Breaker (MCB), pemutus hubungan listrik secara otomatis bilamana daya/tegangan melampaui standar yang ditentukan .Gunanya untuk mencegah terjadinya korsleting/hubungan pendek ataupun kerusakan peralatan listrik akibat melonjaknya tegangan listrik.

Gambar 3.10 ***(Main Circuit Breaker (MCB))***

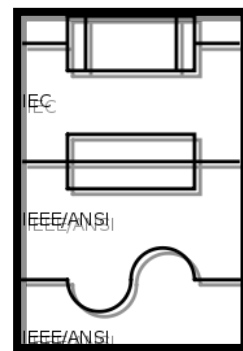
Alat pengaman arus lebih adalah pemutus sirkit mini yang selanjutnya disebut MCB.MCB ini memproteksi arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubungan pendek. Dengan demikian prinsip dasar bekerjanya yaitu untuk pemutusan hubungan yang disebabkan beban lebih dengan relay arus lebih seketika digunakan elektromagnet.

Gambar 3.11 ***(Main Circuit Breaker (MCB)v.2)***

- **Prinsip Kerja MCB**

Bila bimetal ataupun elektromagnet bekerja, maka ini akan memutus hubungan kontak yang terletak pada pemadam busur dan membuka saklar. MCB untuk rumah seperti pada pengaman lebur diutamakan untuk proteksi hubungan pendek, sehingga pemakaiannya lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktornya.Sedang MCB pada APP diutamakan sebagai pembawa arus dengan karakteristik CL (Current Limiter) disamping itu juga sebagai dawai pengaman arus hubung pendek yang bekerja seketika.

❖ **Fuse**

Di dalam rangkaian elektronik atau rangkaian listrik, sekering (fuse) berfungsi sebagai pengaman, yaitu ketika terjadi kelebihan arus listrik.**Cara kerja fuse**, jika dalam sebuah sistem rangkaian elektonik atau rangkaain listrik terjadi arus lebih maka sekering (fuse) akan putus sehingga arus listrik tidak lagi mengalir dalam sistem tersebut untuk mengamankan komponen lain. Kelebihan arus tersebut dapat disebabkan karena adanya hubung singkat atau karena kelebihan beban *output*. Banyak terjadi kebakaran karena hubung singkat akibat sekering tidak berfungsi, rusak, atau bahkan karena tidak dipasang sama sekali.

Gambar 3.12 *(fuse dan symbol fuse)*

a. Sekering (Fuse)

➢ **Pengertian Sekering (Fuse)**

Fuse/sekering adalah bagian yang mengamankan pesawat elektronik bila terjadi hubung singkat atau kesalahan lain yang mengakibatkan arus naik secara tidak normal. Meskipun tugas utama sebagai pengaman, fuse atau sekering ini juga mempunyai tugas/kegunaan (tambahan), yaitu sebagai pemilih tegangan jala-jala.

➢ **Jenis-jenis Sekering**

a. Sekering Lebur: sekering lebur akan bekerja ketika ada tegangan lebih (overvoltage) sehingga meleburkan elemen lebur yang memutus aliran arus pada rangkaian.

b. Sekering Suhu (Thermal Fuse): sekering suhu bekerja ketika sistem over head atau panas lebih sehingga mengakibatkan sekering trip (memutus arus).

Sekering Waktu (Timer Fuse): sekering dengan waktu tertentu, bisa menset waktu sesuai dengan program yang kita tentukan agar sekering tersebut bekerja

C. RANGKUMAN

Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk memutuskan jaringan listrik, atau untuk menghubungkannya.

Relay adalah sebuah saklar elekronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. koil : lilitan dari relay
2. common : bagian yang tersambung dengan NC(dlm keadaan normal)
3. kontak : terdiri dari NC dan NO

Kontaktor adalah jenis saklar yang bekerja secara magnetik yaitu kontak bekerja apabila kumparan diberi energi.

Thermal overload adalah alat pengaman rangkaian dari arus lebih yang diakibatkan beban yang terlalu besar dengan jalan memutuskan rangkaian ketika arus yang melebihi setting melewatinya

Main Circuit Breaker (MCB), pemutus hubungan listrik secara otomatis bilamana daya/tegangan melampaui standar yang ditentukan .Gunanya untuk mencegah terjadinya korsleting/hubungan pendek ataupun kerusakan peralatan listrik akibat melonjaknya tegangan listrik.

c. Tugas

1. Buatlah simbol dari bermacam-macam saklar

2. Sebut jelaskan fungsi relay dalam kehidupan sehari-hari
3. Apa beda saklar dengan kontaktor dan jelaskan

d. Tes

Sebutkan 3 jenis saklar untuk keperluan rangkaian listrik dengan tegangan di atas 1,5 kV!

Sebutkan beberapa keuntungan dari relay!

Apa yang dimaksud dengan kontaktor?

f. Kunci jawaban

a. Saklar Pemutus Tenaga (PMT)
b. Pemutus Beban (PMB)
c. Pemisah (PMS)
d. Dapat mengontrol sendiri arus serta tegangan listrik yang diinginkan.
e. Dapat memaksimalkan besarnya tegangan listrik hingga mencapai batas maksimalnya.
f. Dapat menggunakan baik saklar maupun koil lebih dari satu, disesuaikan dengan Kebutuhan
g. Kontaktor yaitu saklar yang dapat menghubungkan dan memutuskan arus listrik berdasarkan elektromagnetik

g.Lembar Kerja Peserta Didik

4. Pembelajaran Keempat

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menjelaskan pengertian, macam-macam, prinsip kerja serta aplikasi dari dioda.
2. Menjelaskan pengertian, jenis, prinsip kerja serta aplikasi dari transistor.
3. Menjelaskan pengertian, prinsip kerja serta aplikasi dari SCR, DIAC dan TRIAC.
4. Mengetahui cara pemasangan komponen elektronika berdasarkan skema instalasi listrik.
5. Memilih alat ukur yang digunakan berdasarkan fungsi dan spesifikasi pekerjaan dengan hati-hati.
6. Menguji komponen elektronika serta menggunakan alat dan bahan sesuai dengan fungsinya

b. Uraian materi

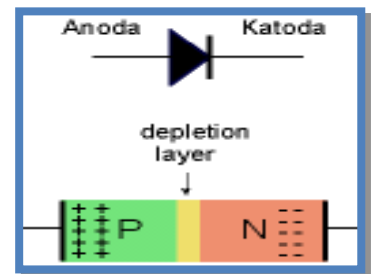
Dioda

Pengertian Dioda

Dioda merupakan piranti non-linier karena grafik arus terhadap tegangan bukan berupa garis lurus, hal ini karena adanya potensial penghalang (*Potential Barrier*).

Fungsi Dioda

Dioda memiliki fungsi yang unik yaitu hanya dapat mengalirkan arus satu arah saja. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan N.

Gambar 4.1 *(symbol dioda)*

Prinsip Kerja Dioda

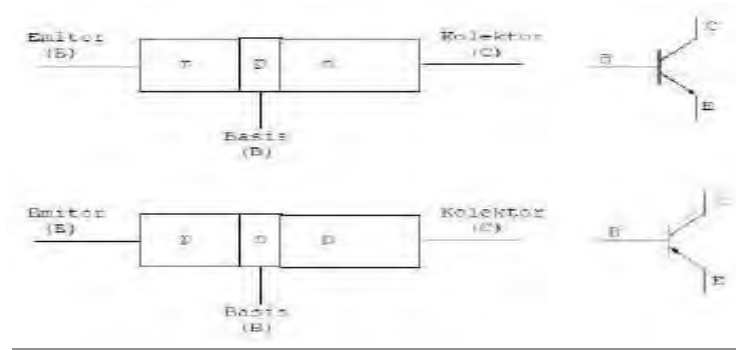
Bias Maju: Bias positif, dengan arti kata memberi tegangan potensial sisi P lebih besar dari sisi N, maka elektron dari sisi N dengan serta merta akan tergerak untuk mengisi *hole* di sisi P.

- ✓ Bias Mundur: Polaritas tegangan dibalik yaitu dengan membe *bias*). Dalam hal ini, sisi N mendapat polaritas tegangan lebih besar dari sisi P.

Jenis-jenis Dioda

- ✓ **Dioda Ideal:** Secara ideal, dioda akan berperilaku seperti penghantar sempurna artinya dioda akan memiliki hambatan nol pada saat diberi catu maju dan hambatan tak terhingga saat dicatu balik.
- ✓ **Dioda Zener:** Dioda diberi jumlah doping yang lebih banyak pada sambungan P dan N, ternyata tegangan breakdown dioda bisa makin cepat tercapai.
- ✓ **LED:** LED adalah singkatan dari *Light Emiting Dioda*, merupakan komponen yang dapat mengeluarkan emisi cahaya.

Aplikasi

Dioda banyak diaplikasikan pada rangkaian penyerah arus (*rectifier*) power suplai atau konverter AC ke DC. Di pasar banyak ditemukan dioda seperti 1N4001, 1N4007 dan lain-lain.Masing-masing tipe berbeda tergantung dari arus maksimum dan juga tegangan breakdwon-nya.

Gambar 4.2 *(Konstruksi transistor)*

Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan type pdan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dandiapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP).Sehingga transistor mempunyai tiga terminalyang berasal dari masing-masing bahan tersebut.Struktur dan simbol transistor bipolar dapar dilihat pada gambar.Disamping itu yang perlu diperhatikan adalah bahwa ukuran basissangatlah tipis dibanding emitor dan kolektor. Perbandingan lebar basis ini dengan lebar emitor dan kolektor kurang lebih adalah 1 : 150. Sehingga ukuran basis yang sangat sempitini nanti akan mempengaruhi kerja transistor. Simbol transitor bipolar ditunjukkan padagambar.Pada kaki emitor terdapat tanda panah yang nanti bisa diketahui bahwa itumerupakan arah arus konvensional. Pada transistor npn tanda panahnya menuju keluar sedangkan pada transistor pnp tanda panahnya menuju kedalam.Gambar 1 Simbol Transitor bipolar ditunjukkan padaKetiga terminal transistor tersebut dikenal dengan Emitor (E), Basis (B) dan Kolektor (C).Emitor merupakan bahan semikonduktor yang diberi tingkat doping sangat tinggi. Bahankolektor diberi doping dengan tingkat yang sedang.Sedangkan basis adalah bahan dengandengan doping yang sangat rendah.Perlu diingat bahwa semakin rendah tingkat doping suatu bahan, maka semakin kecil konduktivitasnya. Hal ini karena jumlah pembawa mayoritasnya(elektron untuk bahan n; dan hole untuk bahan p) adalah sedikit.

Fungsi transistor

Transistor dapat dipergunakan antara lain untuk :

- Sebagai penguat arus, tegangan dan daya (AC dan DC)
- Sebagai penyearah
- Sebagai mixer
- Sebagai osilator
- Sebagai switch

Prinsip kerja transistor

Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar junction transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda.

Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan depletion zone, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

FET (juga dinamakan transistor unipolar) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau hole, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan depletion zone di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat diubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.Lihat artikel untuk masing-masing tipe untuk penjelasan yang lebih lanjut.

Transistor

Pengertian Thyristor

Thyristor berakar kata dari bahasa Yunani yang berarti 'pintu'.Dinamakan demikian barangkali karena sifat dari komponen ini yang mirip dengan pintu yang dapat dibuka dan ditutup untuk melewatkan arus listrik. Ada beberapa komponen yang termasuk thyristor antara lain **PUT** (*programmable uni-junction transistor*), **UJT** (*uni-junction transistor*), **GTO** (*gate turn off switch*), **photo SCR** dan sebagainya. Namun pada kesempatan ini, yang akan kemukakan adalah komponen-komponen thyristor yang dikenal dengan sebutan **SCR** (*silicon controlled rectifier*), **TRIAC** dan **DIAC**.

Struktur Thyristor

Ciri-ciri utama dari sebuah thyristor adalah komponen yang terbuat dari bahan semikonductor silikon. Walaupun bahannya sama, tetapi struktur P-N junction yang dimilikinya lebih kompleks dibanding transistor bipolar atau MOS.

SCR, DIAC & TRIAC

Pengertian SCR, DIAC & TRIAC

SCR singkatan dari *Silicon Control Rectifier*.SCR adalah dioda yang mempunyai fungsi sebagai pengendali. TRIAC mempunyai kontruksi sama dengan DIAC, hanya saja pada TRIAC terdapat terminal pengontrol (terminal *gate*). Sedangkan untuk terminal lainnya dinamakan main terminal 1 dan main terminal 2 (disingkat mt1 dan mt2).

KarakteristikSCR, DIAC & TRIAC

Sebuah SCR terdiri dari tiga terminal yaitu anoda, katoda, dan gate.SCR berbeda dengan dioda rectifier biasanya.SCR dibuat dari empat buah lapis dioda.SCR banyak digunakan pada suatu sirkuit elekronika karena lebih efisien dibandingkan komponen lainnya terutama pada pemakaian saklar elektronik.SCR biasanya digunakan untuk mengontrol khususnya pada tegangan tinggi karena SCR dapat dilewatkan tegangan dari 0 sampai 220 Volt tergantung pada spesifik dan tipe dari SCR tersebut.

TRIAC tersusun dari lima buah lapis semikonduktor yang banyak digunakan pada pensaklaran elektronik. TRIAC biasa juga disebut thyristor bi directional.TRIAC merupakan dua buah SCR yang dihubungkan secara paralel berkebalikan dengan terminal gate bersama.

Ketika tegangan dari DIAC bergerak dari tegangan VB, DIAC break-over dan berperan sebagai diode penghubung. Peranan ini sama pada kedua arah. Menambahkan DIAC pada gerbang TRIAC meningkatkan substansi tegangan penghidupan dari TRIAC dan dengan demikian didapatkan tenaga yang lebih dalam pengontrolan dalam tegangan tinggi.

C. RANGKUMAN

Dioda merupakan piranti non-linier karena grafik arus terhadap tegangan bukan berupa garis lurus, hal ini karena adanya potensial penghalang (*Potential Barrier*).
Transistor adalah komponen semikonduktor yang terdiri atas sebuah bahan type pdan diapit oleh dua bahan tipe n (transistor NPN) atau terdiri atas sebuah bahan tipe n dandiapit oleh dua bahan tipe p (transistor PNP).

Thyristor berakar kata dari bahasa Yunani yang berarti ‘pintu'. Dinamakan demikian barangkali karena sifat dari komponen ini yang mirip dengan pintu yang dapat dibuka dan ditutup untuk melewatkan arus listrik

SCR singkatan dari *Silicon Control Rectifier*.SCR adalah dioda yang mempunyai fungsi sebagai pengendali. TRIAC mempunyai kontruksi sama dengan DIAC, hanya saja pada TRIAC terdapat terminal pengontrol (terminal *gate*). Sedangkan untuk terminal lainnya dinamakan main terminal 1 dan main terminal 2 (disingkat mt1 dan mt2).

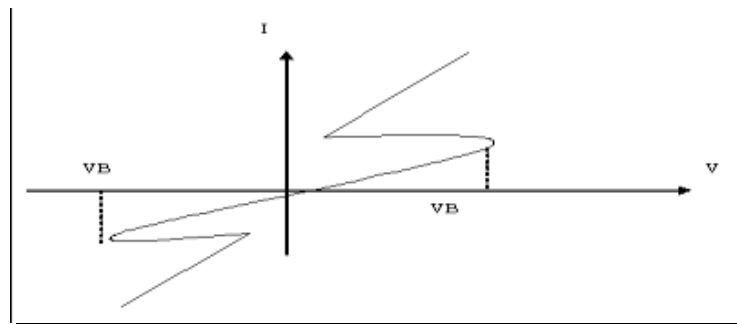
d.Tugas

1. Bagaimana cara kerja dioda apabila ditinjau dari 3 situasi, sebutkan dan jelaskan!
2. Sebutkan keuntungan dan kerugian dari SCR!
3. Jelaskan konstruksi transistor bi polar

e.Tes

1. Apa yang dimaksud dengan saturasi dan cut-off pada transistor? Jelaskan!
2. Bagaimanakah karakteristik dari DIAC?
3. Sebutkan dan jelaskan 2 jenis TRIAC!

f.Kunci jawaban

1. Transistor bipolar dapat difungsikan sebagai saklar elektronika dengan memanfaatkan dua keadaan transistor yaitu keadaan saturasi (sebagai saklar tertutup) dan keadaan cut off (sebagai saklar terbuka).

Ketika tegangan dari diac bergerak dari tegangan VB,diac break-over dan berperan sebagai diodavpenghubung. Peranan ini sama pada kedua arah. Menambahkan diac pada gerbang triac meningkatkan substansi tegangan penghidupan dari triac dan dengan demikian didapatkan tenaga yang lebih dalam pengontrolan dalam tegangan tinggi.

Ada dua jenis TRIAC:

- Low-Current

Low-Current TRIAC dapat mengontak hingga kuat arus 1 ampere dan mempunyai maksimal tegangan sampai beberapa ratus volt.

- Medium-Current.

Medium-Current TRIACS dapat mengontak sampai kuat arus 40 ampere dan mempunyai maksimal tegangan hingga 1.000 volt.

g.Lembar Kerja Peserta Didik

5. Pembelajaran Kelima

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menjelaskan tujuan dari . **Persyaratan Umum Instalasi Listrik**
2. Menjelaskan syarat-syara instalasi listrik
3. Menyebutkan komponen intalasi listrik
4. Mengetahui cara pemasangan komponen listrik sebagai pengontrol berdasarkan skema instalasi listrik pada jobshee

b. Uraian materi

Persyaratan Umum Instalasi Listrik

Gambar 5.1 ***(logo PUIL)***

Persyaratan Instalasi Listrik

Maksud dan tujuan **Persyaratan Umum Instalasi Listrik** ini adalah untuk terselenggaranya dengan baik instalasi listrik.Peraturan ini lebih diutamakan pada keselamatan manusia terhadap bahaya sentuhan serta kejutan arus, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya dan keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik. 1.) Persyaratan ini berlaku untuk semua instalasi arus kuat, baik mengenai perencanaan, pemasangan, pemeriksaan dan pengujian, pelayanan, pemeliharaan maupun pengawasannya.

Persyaratan umum instalasi listrik ini tidak berlaku untuk :

a. Bagian dari instalasi listrik dengan tegangan rendah yang hanya digunakan untuk menyalurkan berita dan isyarat.

b. Bagian dari instalasi listrik yang digunakan untuk keperluan telekomunikasi dan pelayanan kereta rel listrik.
c. Instalasi listrik dalam kapal laut, kapal terbang, kereta rel listrik, dan kendaraan lain yang digerakkan secara mekanik.
d. Instalasi listrik dibawah tanah dalam tambang.
e. Instalasi listrik dengan tegangan rendah yang tidak melebihi 25 volt dan dayanya tidak melebihi 100 watt.

Ketentuan yang Terkait Di samping **Persyaratan Umum Instalasi Listrik** ini, harus pula diperhatikan ketentuan yang terkait dengan dokumen berikut :

a. Undang undang no. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.
b. Undang-undang No. 15 tahun 1985 tentang Ketenagalistrikan.
c. Undang-undang No. 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
d. Peraturan Pemerintah RI No. 10 tahun 1989 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik.
e. Peraturan Pemerintah No. 25 tahun 1995 tentang Usaha Penunjang Tenaga Listrik.
f. Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01.P/40/M.PE/1990 tentang Instalasi Ketenagalistrikan.
g. Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 02.P/0322/M.PE/1995 tentang Standardisasi, Sertifikasi dan Akreditasi dalam Lingkungan pertambangan dan energy

Syarat-Syarat Instalasi Listrik

Di samping Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku, harus diperhatikan pula syarat-syarat dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain :

a. Syarat ekonomisInstalasi listik harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga keseluruhan dari instalasi itu mulai dari perencanaan, pemasangan dan pemeliharaannya semurah mungkin, kerugian daya listrik harus sekecil mungkin.
b. Syarat keamanan Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa, sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan jiwa manusia dan terjaminnya peralatan dan benda benda disekitarnya dari kerusakan akibat dari adanya gangguan seperti:gangguan hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih dan sebagainya.
c. Syarat keandalan (kelangsungan kerja)Kelangsungan pengaliran arus listrik kepada konsumen harus terjamin secara baik. Jadi instalasi listrik harus direncana sedemikian rupa sehingga kemungkinan terputusnya atau terhentinya aliran listrik adalah sangat kecil.

4) Komponen Pokok Instalasi Listrik

Komponen pokok instalasi listrik adalah perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian

listrik.Komponen yang digunakan dalam pemasangan instalasi listrik banyak macam dan ragamnya. Namun, pada dasarnya komponen instalasi listrik dapat dikelompokan sebagai berikut:

a) Bahan penghantar listrik;
b) Bahan Isolasi (Isolator Rol);
c) Pipa Instalasi;
d) Kotak Sambung;
e) Sakelar;
f) Fitting;
g) Perlengkapan Bantu.

5) Penghantar Listrik

Penghantar atau kabel yang sering digunakan untuk instalasi listrik penerangan umumnya terbuat dari tembaga. Penghantar tembaga setengah keras (BCC ½ H = Bare Copper Conductor Half Hard) memiliki nilai tahanan jenis 0,0185 ohm mm^2/m degangan tegangan tarik putus kurang dari 41 kg/mm^2. sedangkan penghantar tambaga keras (BCCH = Bare Copper Conductor Hard), kekuatan tegangan tariknya 41 kg/mm^2. Pemuaian tembaga sebagai penghantar adalah dengan pertimbangan bahwa tembaga merupakan suatu bahan yang mempunyai daya hantar yang baik setelah perak.Penghantar yang dibuat oleh pabrik yang dibuat oleh pabrik terdapat beraneka ragamnya. Berdasarkan konstruksinya, penghantar diklasifikasikan sebagai berikut:

a) Penghantar pejal (solid); yaitu penghantar yang berbentuk kawat pejal yang berukuran sampai 10 mm^2. Tidak dibuat lebih besar lagi dengan maksud untuk memudahkan penggulungan maupun pemasangannya.

Gambar 5.2 ***(Penghantar Pejal)***

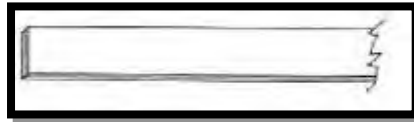
b) Penghantar berlilit (stranded); penghantarnya terdiri dari beberapa urat kawat yang berlilit dengan ukuran 1 mm^2 – 500 mm^2.

Gambar 5.3 ***(Penghantar Stranded)***

c). Penghantar serabut (fleksibel); banyak digunakan untuk tempat yang sulit dan sempit, alat-alat portabel, alat-alat ukur listrik

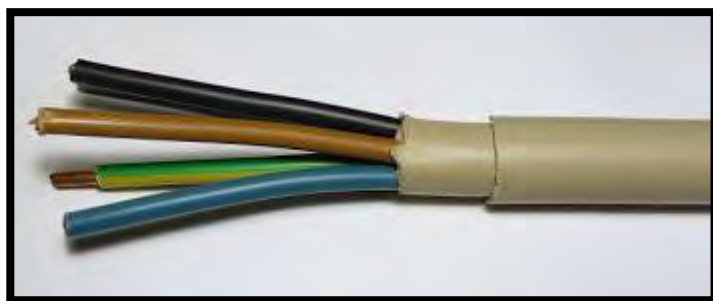
11 dan pada kendaraan bermotor. Ukuran kabel ini antara 0,5 mm² - 400 mm².

Gambar 5.4 ***(Penghantar Serabut)***

d) Penghantar persegi (busbar); penampang penghantar ini berbentuk persegi empat yang biasanya digunakan pada PHB (Papan Hubung Bagi) sebagai rel-rel pembagi atau rel penghubung. Penghantar ini tidak berisolasi.

Gambar 5.5 ***(Pengantar Persegi)***

Adapun bila ditinjau dari jumlah penghantar dalam satu kabel, penghantar dapat diklasifikasikan menjadi:

a) Penghantar simplex; ialah kabel yang dapat berfungsi untuk satu mecam penghantar saja (misal: untuk fasa atau netral saja). Contoh penghantar simplex ini antara lain: NYA 1,5 mm²; NYAF 2,5 mm² dan sebagainya.

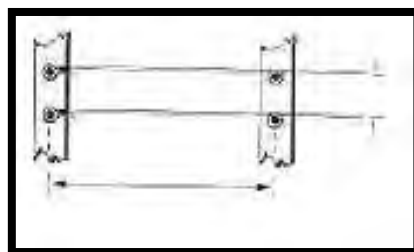
b) Penghantar duplex; ialah kabel yang dapat menghantarkan dua aliran (dua fasa yang berbeda atau fasa dengan netral). Setiap penghantarnya diisolasi kemudian diikat menjadi satu menggunakan selubung. Penghantar jenis ini contohnya NYM 2x2,5 mm², NYY 2x2,5mm².

Gambar 5.6 ***(penghantar duplex)***

c) Penghantar triplex; yaitu kabel dengan tiga pengantar yang dapat menghantarkan aliran 3 fasa (R, S dan T) atau fasa, netral dan arde. Contoh kabel jenis ini: NYM 3x2,5mm², NYY 3x2,5 mm² dan sebagainya.

d) Penghantar quadruplex; kabel dengan empat penghantar untuk mengalirkan arus 3 fasa dan netral atau 3 fasa dan pentanahan. Susunan hantarannya ada yang pejal, berlilit ataupun serabut. Contoh penghantar quadruplex misalnya NYM 4x2,5 mm², NYMHY 4x2,5mm² dan sebagainya. Jenis penghantar yang paling banyak digunakan pada instalasi rumah tinggal yang dibangun permanen saat ini adalah kabel rumah NYA dan kabel NYM.

6) Bahan Isolasi (Isolator Rol)

Bahan isolasi atau isolator dibuat dari porselen atau bahan lain yang sedrajat. Misalnya PVC, dengan diameter yang besar ¾". Pemasangan isolator ini harus kuat sehingga tidak ada gaya mekanis lebih pada hantaran yang ditunjang. Untuk instalasi dalam gedung, bahan ini sering disebut dengan rol isolator yang dipasang pada langit-langit bagian atas.Pemasangan rol isolator ini harus diatur sehingga jarak bebas antara hantaran-hantaran yang berlainan fasa tidak kurang dari tiga sentimeter, dan jarak antara titik-titik tumpunya tidak lebih dari 1 meter.

Gambar 5.7 ***(Rol isolator)***

Gambar 5.8 ***(pemasangan rol isolator)***

7) Pipa Instalasi

Gambar 5.9 ***(pipa instalasi)***

Pipa instalasi berfungsi sebagai pelindung hantaran dan sekaligus perapi instalasi.Pipa instalasi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pipa baja yang dicat meni (sering disebut pipa union); pipa PVC; pipa fleksibel.Di pasaran, pipa-pipa instalasi terdapat dalam potongan empat meter dengan diameter yang bervariasi. Syarat umum pipa instalasi ialah harus cukup tahan terhadap tekanan mekanis, tahan panas, dan lembab serta tidak menjalarkan api. Selain itu, permukaan luar maupun dalam pipa harus licin dan rata.Pemakaian pipa baja yang berada dalam jangkauan tangan dan dipasang terbuka harus ditanahkan dengan sempurna, kecuali pipa tersebut digunakan untuk menyelubungi kabel bersiolasi ganda, misal NYM.Tindakan ini dimaksudkan sebagai tindakan pengamanan terhadap kemungkinan kegagalan isolasi pada hantaran dalam pipa.Pada ujung bebas, pipa baja harus diberi selubung masuk (tule). Penggunaan pipa PVC memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

a) Daya isolasi baik, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan tanah;

b) Tahan terhadap hamoir semua bahan kimia, jadi tidak perlu di cat;

c) Tidak menjalarkan nyala api;

d) Mudah penggunaannya.

Kelemahan pipa PVC adalah tidak dapat digunakan pada suhu kerja normal 60°C.Selain itu, di tempat-tempat yang diperlukan, pipa PVC harus dilindungi dari kerusakan mekanis,

misalnya pada tempat-tempat penembusan lantai. Pipa yang tidak ditanam dalam dinding harus ditanam dengan baik mengunakan klem yang sesuai dengan jarak antar klem tidak lebih dari satu meter untuk pemasangan lurus.

8) Kotak Sambung

Penyambungan atau pencabangan hantaran listrik pada instalasi dengan pipa harus dilakukan dalam kotak sambung.Hal ini dimaksudkan untuk melindungi sambungan atau percabangan hantaran dari gangguan yang membahayakan.Pada umumnya bentuk sambungan yang digunakan pada kotak sambung ialah sambungan ekor babi (pig tail), kemudian setiap sambungan ditutup dengan las dop setelah diisolasi. Selain itu, pada hantaran lurus memanjang perlu

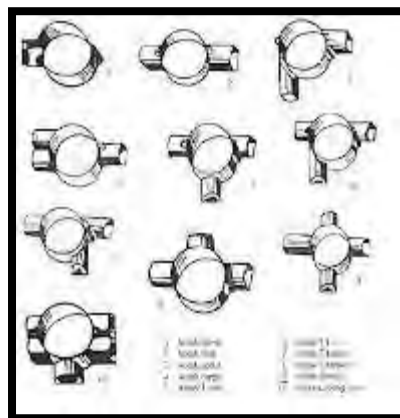
dipasang kotak sambung lurus (kotak tarik) setiap panjang tertentu penarik kabel untuk memudahkan penarikan hantaran. Pada kotak tarik ini apabila tidak terpaksa, hantaran tidak boleh dipotong kemudian disambung lagi.

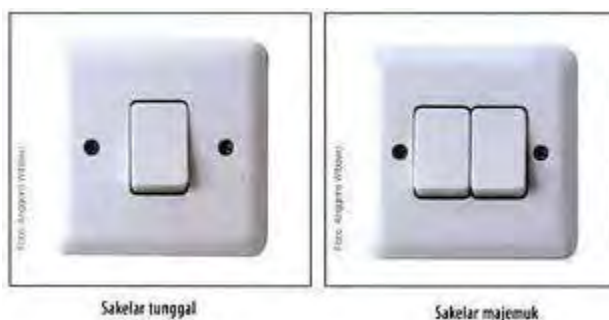
a) Kotak ujung; sering disebut pula dos tanam biasanya digunakan sebagai tempat sambungan dan pemasangan saklelar atau stop kontak/kotak kontak,

b) Kontak tarik; digunakan pada pemasangan pipa lurus memanjang (setiap 20 m) yang fungsinya untuk memudahkan penarikan hantaran ataupun tempat penyambungan,
c) Kotak sudut; sama seperti kotak tarik, hanya penempatannya berbeda yaitu dipasang pada sudut-sudut ruang,

d) Kotak garpu; dipakai untuk percabangan sejajar,

e) Kotak T atas; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,

f) Kotak T kiri; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
g) Kotak T kanan; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
h) Kotak T terbalik; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
i) Kotak silang; disebut juga cross dos (x dos) untuk empat percabangan,
j) Kotak cabang lima digunakan untuk lima percabangan dengan empat cabang sejajar.

Gambar 5.10 (*Macam-macam kotak sambung)*

9) Sakelar
Fungsi sakelar adalah untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dari sumber ke pemakai/beban. Sakelar terdiri dari banyak jenis tergantung dari cara pemasangan, sistem kerja, dan bentuknya. Berdasarkan sisten kerjanya, sakelar dibagi menjadi tujuh.
a) Sakelar tunggal
Fungsi sakelat tunggal adalah untuk menyalakan dan mematikan lampu. Pada sakelar ini terdapat dua titik kontak yang menghubungkan hantaran fasa dengan lampu atau alat yang lain.

Gambar 5.11 *(Bentuk Sakelar)*

b) Sakelar kutub ganda (majemuk)Titik hubung dwi kutub ada empat, biasanya digunakan untuk memutus atau menghubungkan hantaran fasa dan nol secara bersama-sama. Sakelar ini biasanya digunakan pada boks sekering satu fasa.

c) Sakelar kutub tiga (tri kutub)
Sakelar mempunyai enam titik hubung untuk menghubungkan atau memutuskan hantara fasa (R, S, dan T) secara bersama-sama pada sumber listrik 3 fasa.

d) Sakelar kelompok
Kegunaan sakelar kelompok adalah untuk menghubungkan atau memutuskan dua lampu atau dua golongan lampu secara bergantian, tetapi kedua golongan tidak dapat menyala bersamaan. Umumnya sakelar ini dipakai sebagai penghubung yang hemat pada kamarkamar
hotel, asrama, dan tempat-tempat yang memerlukan.

e) Sakelar seri
Sakelar seri adalah sebuah sakelar yang dapat menghubungkan dan memutuskan dua lampu, atau dua golongan lampu baik secara bergantian maupun bersama-sama. Sakelar seri sering disebut pula
sakelar deret.

f) Sakelar tukar
Sakelar tukar sering disebut dengan sakelar hotel karena banyak dipakai dipakai di hotel-hotel untuk menyalakan dan memadamkan dua lampu atau dua golongan lampu secara bergantian. Selain itu, sakelar dapat pula digunakan untuk menyalakan dan memadamkan
satu lampu atau satu golongan lampu dari dua tempat dengan menggunakan dua sakelar tukar.
g) Sakelar silang
Untuk melayai satu lampu atau satu golongan lampu agar dapat dinyalakan dan dimatikan lebih dari dua tempat dapat dilakukan dengan mengkombinasikan antara sakelar tunggal dan sakelar silang. Yang harus diingat, sakelar pertama dan terakhir adalah sakelar tukar sedangkan sakelar di antaranya adalah sakelar silang

Gambar 5.12 ***(Macam-macamSsakelar, Lambang, Konstruksi, dan Pengawatannya)***

Berdasarkan cara pemasangannya, sakelar dibedakan atas dua jenis, yaitu sakelar yang dipasang di luar tembok dan sakelar yang dipasang di

dalam tembok. Pemasangan sakelar di luar tembok (out bow) dilengkapi denga roset sebagai tempat dudukan. Pemasangan sakelar di dalam tembok (inbow) memerlukan mangkuk sakelar (dos tanam) baik yang terbuat dari plat besi maupun plastik (PVC), sebagai dudukan sakelar. Berdasarkan cara bekerjanya, sakelar dapat diklasifikasikan menjadi:

a) Sakelar tarik; biasanya terdapat pada fitting lampu dan untuk mengoperasikan digunakan seutas tali.
b) Tombol tekan; bila ditekan maka kontak terhubung dan begitu dilepas maka kontak akan terputus kembali. Tombol biasannya dipakai untuk bel listrik, tetapi ada pula tombol yang dalam keadaan normal terhubung dan saat ditekan terputus. Misalnya tombol yang terpasang pada pintu alnmari es untuk penyalaan lampunya.
c) Sakelar jungkit; saat ini lebih banyak digunakan untuk menggantikan sakelar putar karen pengoperasiannya mudah.
d) Sakelar putar, sudah jarang digunakan karena sudah ada penggantinya yaitu sakelar jungkit. Pemakaiannya hanya pada tempat tertentu, misalnya: box sekering.

10) Fitting

Fitting adalah suatu komponen listrik tempat menghubungkan lampu dengan kawat-kawat hantaran. Ada bermacam-meacam fitting, di antaranya fitting duduk, fitting gantung, fitting bayonet, dan fitting kombinasi stop kontak seperti tampak gambar 10. Fitting terbuat dari bahan isolasi, yaitu bakelit atau porselen. Digunakan dari cara pemasangannya, ada yang disebut fitting duduk dan fitting gantung

Gambar 5.13 *(Aneka Jenis Fitting)*

Fitting duduk dipasang pada dinding ataupun langit-langit.Bila pemasangannya tidak dapat dilakuka secara langsung, perlu dipasang roset, yaitu kayu maupun plastik sebagai tempat dudukannya.Pemasangan fitting gantung tergantung pada langit-langit dengan menggunakan kabel snoer atau penguat tali rami.Tali rami berfungsi sebagai penahan agar kabel tidak menanggung beban.Bila ditinjau dari konstruksinya, fitting dibagi menjadi dua jenis, yaitu fitting ulir dan fitting tusuk.

a) Fitting ulir; cara memasang lampu pada fitting dilakukan dengan memutar lampu pada fitting. Fitting semacam ini juga sering disebut Fitting Edison, yang tersedia dalam berbagai macam ukuran disesuaikan dengan lampunya.

b) Fitting tusuk; cara memasang lampunya dengan jalan menusukkan ke fitting. Fitting jenis ini terdapat dua macam, yaitu fitting yang kaki

kaki lampunya langsung dijepit atau disebut fitting bayonet dan jenis yang lain ialah fitting tusuk

putar, yaitu fitting yang setelah kaki lampu ditusukkan kemudian diputar seperempat lingkaran atau disebut Fitting Goliath. Fitting jenis Bayonet dan Goliath biasannya hanya digunakan pada kendaraan, misal kapal laut, motor, dan mobil.

Kotak Pembagi Daya Listrik (PHB)/Distribusi Panel (DP)
Panel bagi di dalam instalasi listrik rumah/gedung merupakan peralatan yang berfungsi sebagai tempat membagi dan menyalurkan tenaga listrik ke beban yang memerlukan agar merata dan seimbang. Di dalam panel bagi terdapat komponen antara lain rel (busbar), sakelar utama, pengaman, pengaman, alat-alat ukur dan lampu indikator.

Rating Pengaman
Rating pengaman yang dipakai menurut PUIL harus sama dengan atau lebih besar dari arus nominal beban (I pengaman > I nominal). Pengaman yang digunakan dalam instalasi listrik adalah pemutus rangkaian (MCB) untuk pengaman tiap kelompok beban dan pemutus rangkaian pusat (MCCB) untuk pengaman seluruh kelompok beban.Besarnya rating arus MCB maupun MCB diperhitungkan arus beban yang dipikul atau dipasang di dalam instalasi agar memenuhi syarat keamanan.

Perlengkapan Bantu
Untuk memasang peralatan-peralatan seperti dibahas diatas, diperlukan beberapa perlengkapan bantu seperti:

a). Klem (sengkang)

Klem digunakan untuk menahan pipa agar dapat dipasang pada dinding atau langit-langit.Klem dapat terbuat dari besi maupun bahan PVC.Ukurannya disesuaikan dengan ukuran pipa. Klem dipasang menggunakan sekrup atau paku dengan jarak antara satu dengan lainnya tidak lebih dari satu meter untuk pemasangan pipa lurus memanjang. Adapun jarak klem dengan kotak sambung, sakelar, stop kontak atau komponen lainnya maksimum 10 cm. Untuk meninggikan pemasangan pipa dipakai klem dengan pelana.

b)Isolasi

Digunakan untuk mengisolasi sambungan kabel agar tidak terhubung dengan kabel yang lain selain itu juga berfungsi untuk melindungi daya kerja penghantar listrik atau kabel

c) Lasdop

lasdop berguna untuk menutup sambungan kabel agar tersambung dengan kuat selain itu juga berfungsi sebagai isolasi kabel

C. RANGKUMAN

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini adalah untuk terselenggaranya dengan baik instalasi listrik.Peraturan ini lebih diutamakan pada keselamatan manusia terhadap bahaya sentuhan serta kejutan arus, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya dan keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik.

Komponen Pokok Instalasi Listrik

Komponen pokok instalasi listrik adalah perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian listrik.Komponen yang digunakan dalam pemasangan instalasi listrik banyak macam dan ragamnya. Namun, pada dasarnya komponen instalasi listrik dapat dikelompokan sebagai berikut:

a) Bahan penghantar listrik;
b) Bahan Isolasi (Isolator Rol);
c) Pipa Instalasi;
d) Kotak Sambung;
e) Sakelar;
f) Fitting;
g) Perlengkapan Bantu.

d.Tugas.

Buatlah instalasi sederhana dengan menggunakan sakalar tukar sesuai dengan job sett .

Job Sheet Instalasi Penerangan

Job : 1	**Materi :**	**Kelas Dua**
Aircraft Elektrical System Asembling	**Saklar Tukar** **Menyalakan dan Memadamkan Lampu Lorong Berurutan**	**Prog. Kelistrikan pesawat udara**

II. TEORI SINGKAT

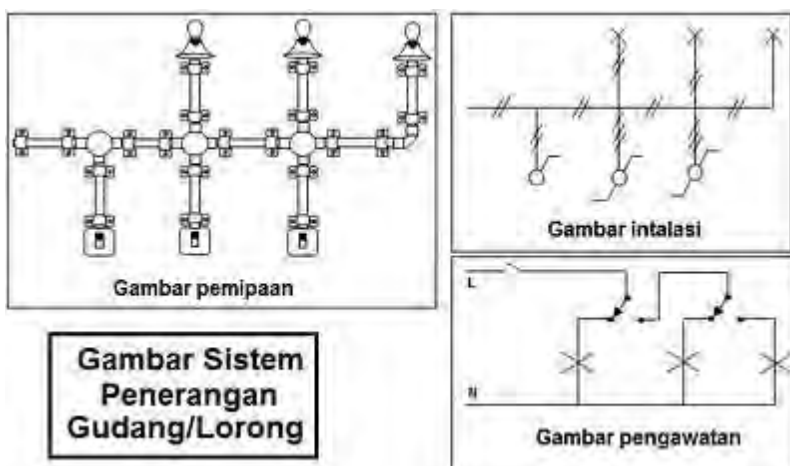
Aplikasi lain dari saklar tukar adalah untuk menyalakan dan memadamkan lampu lorong secara berurutan. Misalnya pada sebuah lorong atau gudang yang memiliki 3 ruang dengan jalan masuk satu arah.Keuntungan menggunakan rangkaian instalasi seperti ini adalah menghemat energi karena hanya 1 lampu yang dapat menyala.

III. ALAT DAN BAHAN :

1. Saklar tukar = 2 buah, saklar tunggal = 1 buah dan lampu pijar = 3 buah
2. *T-dos* = 1 buah, *cross dos = 2 buah, fitting* = 3 buah dan *In bow dos* = 3 buah
3. Kabel NYA, Pipa PVC 5/8", Knie, Paku cun dan Klem
4. Tang kombinasi, tang pemegang dan tang potong
5. Obeng plus dan obeng minus

IV. KESELAMATAN KERJA

1. Jangan bekerja sambil bergurau
2. Gunakan baju kerja lengkap
3. Jagalah kebersihan
4. Hati-hati penghantar bertegangan
5. Bekerjalah dengan teliti.

V. GAMBAR KERJA

VI. LANGKAH KERJA

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Pasang semua komponen pada papan termasuk pipa.
3. Masukkan kabel sesuai dengan diagram garis tunggal
4. Hubungkan kabel pada komponen
5. Periksa pengawatan apakah sudah benar atau belum dengan menggunakan multi tester.

VII. PERTANYAAN

1. Sebutkan nama-nama komponen yang digunakan beserta fungsinya!
2. Jelaskan cara kerja dari rangkaian tersebut!

e.Tes

a. Jelaskan tujuan persyaratan umum instalasi listrik
b. Jelaskan syarat-syarat instalasi listrik
c. Menyebutkan komponen instalasi listrik

f.Kunci jawaban

Persyaratan Umum Instalasi Listrik ini adalah untuk terselenggaranya dengan baik instalasi listrik.Peraturan ini lebih diutamakan pada keselamatan manusia terhadap bahaya sentuhan serta kejutan arus, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya dan keamanan gedung serta isinya terhadap kebakaran akibat listrik.

samping Persyaratan Umum Instalasi Listrik dan peraturan mengenai kelistrikan yang berlaku, harus diperhatikan pula syarat-syarat dalam pemasangan instalasi listrik, antara lain :

a. Syarat ekonomisInstalasi listik harus dibuat sedemikian rupa sehingga harga keseluruhan dari instalasi itu mulai dari perencanaan, pemasangan dan pemeliharaannya semurah mungkin, kerugian daya listrik harus sekecil mungkin.
b. Syarat keamanan Instalasi listrik harus dibuat sedemikian rupa, sehingga kemungkinan timbul kecelakaan sangat kecil. Aman dalam hal ini berarti tidak membahayakan jiwa manusia dan terjaminnya peralatan dan benda benda disekitarnya dari kerusakan akibat dari adanya gangguan seperti:gangguan hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih dan sebagainya.
c. Syarat keandalan (kelangsungan kerja)Kelangsungan pengaliran arus listrik kepada konsumen harus terjamin secara baik. Jadi instalasi listrik harus direncana sedemikian rupa sehingga kemungkinan terputusnya atau terhentinya aliran listrik adalah sangat kecil.
d.) Komponen Pokok Instalasi Listrik

a) Bahan penghantar listrik;
b) Bahan Isolasi (Isolator Rol);

c) Pipa Instalasi;
d) Kotak Sambung;
e) Sakelar;
f) Fitting;
g) Perlengkapan Bantu.

g.Lembar kerja Peserta Didik

6. Pembelajaran Keenam

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat

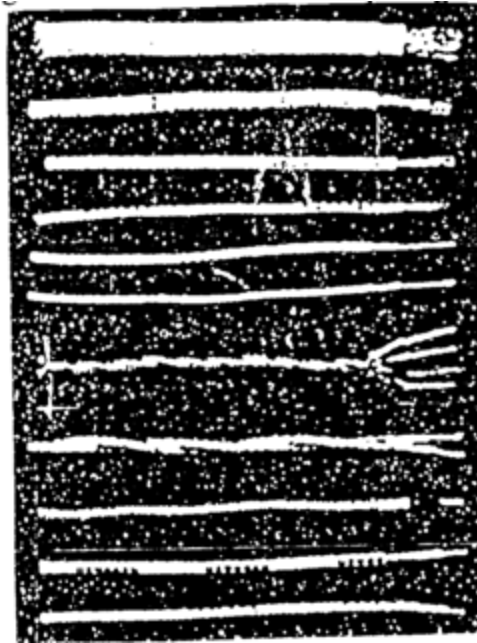
a. Siswa mengetahui fungsi setiap komponen yang dipergunakan.

b. Siswa dapat menggunakan alat-alat praktek dengan baik dan benar.

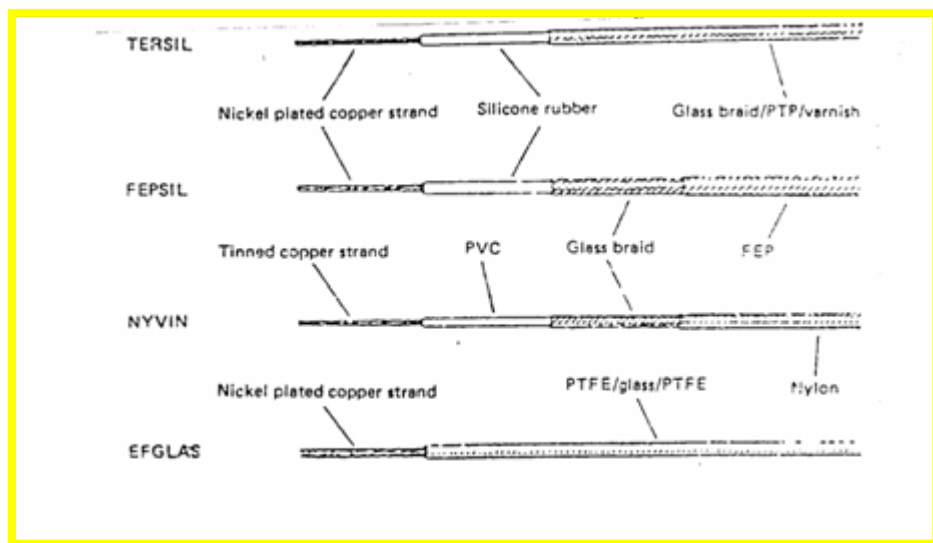
c. Siswa dapat membaca skema rangkaian, mengidentifikasikan dan membuatnya dalam suatu rangkaian

b. Uraian materi

- Wiring adalah suatu kelompok atau ikatan antara konduktor tertentu, secara umum termasuk komponen-komponen, seperti segel penekan diluar alat-alat konektor, dsb.

- Wire (kawat) adalah sebuah penghantar masif (single solid conductor) atau beberapa buah yang tergabung menjadi satu dan terbungkus dengan isolasi.

Gambar 6.1 ***(jenis-jenis kabel pesawat udara)***

- Kabel adalah :

1. Penghantar listrik dua atau lebih yang masing masing tebungkus bahan isolasi yang terpisah, dan terbungkus dalam satu isolasi, multi conductor cable)
2. Penghantar listrik dua atau lebih yang masing-masing terbungkus bahan isolasi yang terpisah antara satu dengan yang lainnya kemudian dipilin bersama. (twisted pair)
3. Penghantar listrik dun atau lebih yang terbungkus bahan isolasi kemudian dibungkus dengan anyaman logam (shieldied cable).
4. Penghantar listrik yang terbungkus bahan isolasi kemudian dibungkus dengan anyaman logam (radio frekuency cable). Contoh kabel seperti gambar berikut :

Gambar 6.2 ***(kabel anyaman logam)***

- ♦ Cutting / Pemotongan

Pemotongan panjang kabel dan jenis kabel yang telah ditetapkan dalam Engineering Drawing atau Operation Sheet>

- ♦ Marking / Penandaan

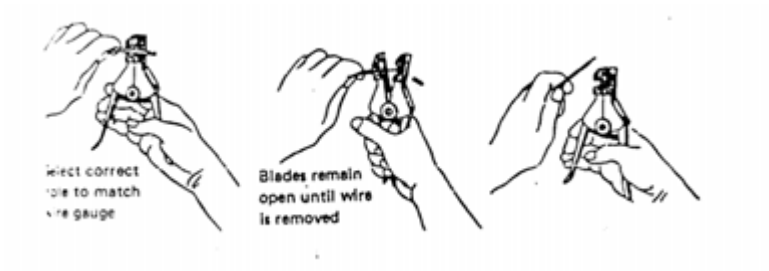
Adalah proses penandaan kabel sesuai reirment Drawing dan proses spesifikasi. Dilakukan setelah proses cutting dengan tujuan

1. Mengidentifikasi kabel
2. Mempermudah pemasangan dan pengenalan pada pesawat udara.

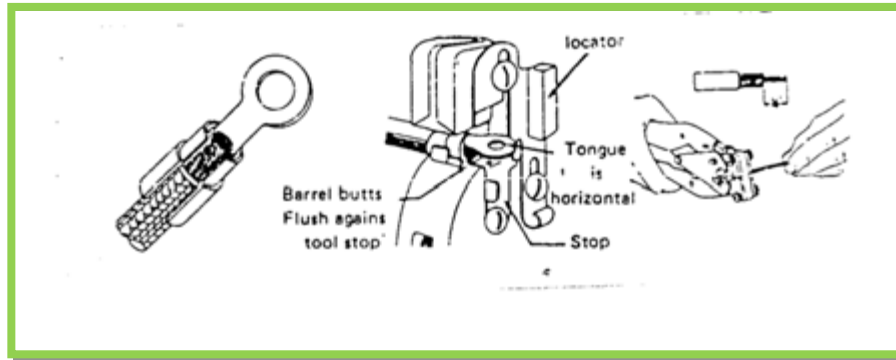
- ♦ Stripping / Pengupasan

Adalah proses penupasan isolasi kabel. Alat yang digunakan untuk mengupas kabel disebut wire stripper.

Agar diperoleh hasil pengupasan yang baik, maka ikutilah langkahlangkah berikut:

1. Menentukan dengan tepat panjang isolasi yang akan dikupas
2. Masukan kabel ke dalam slot pernotong yang sesuai dengan ukuran kabel yang akan dikupas.

Gambar 6.3 ***(proses pengupasan kabel)***

- ♦ Crimping

Adalah proses pemasangan/penguncian terminal lug, pin, dan socket, serta splice pada kabel yang telah dikupas. Alat yang digunakan disebut crimping tool.

Gambar 6.4 ***(alat dan bahan crimping)***

- Soldering

Adalah kemampuan suatu permukaan untuk mencairkan timah. Hal-hal yang perlu diperhatiakan dalam penyolderan adalah :

1. Jarak antar ujung isolasi kabel dengan konduktor kabel yang disolder, ketentuannya (+ lmm)
2. Kapabilitas solder dan timah
3. Banyak timah dan lama penyolderan.

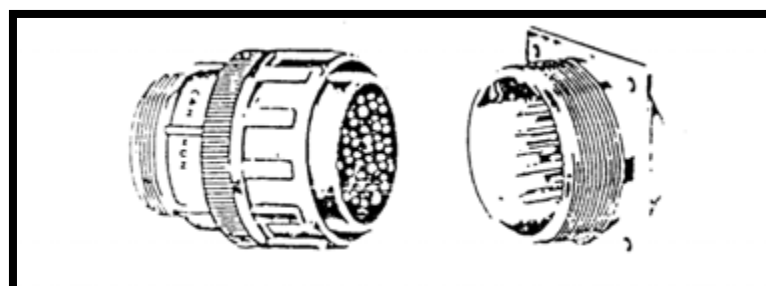
Hasil penyolderan yang baik adalah :

1. Bersih, hasil penyolderan harus bersih dari sisa oksidasi.
2. Terang, hasil yang terang ini biasanya didapatkan karena suhu penyolderan yang sesuai.
3. Halus, maksudnya bahwa pada permukaan hasil penyolderan tidak ada keretakan.

- Konektor

Adalah suatu alat yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan wiring system pada saat penginstalasian atau perbaikan alat-alat elektronika ataupun alat kelistrikan dalam pesawat terbang. Secara garis besar, terdapat dua macam konektor

1. Konektor bulat (circular connector)
2. Konektor persegi (rectangular connector)

Contoh gambar konektor sebagai berikut :

Gambar 6.5 *(konektor)*

- Looming

Adalah proses penyusunan atau pengikatan kabel sehingga tersusun dalam beberapa group atau bundle.

Group adalah suatu kelompok kawat atau kabel yang berjumlah dua atau lebih yang menuju pada suatu tempat yang sama dan diikat menjadi satu untuk menandai kelompoknya.

Bundle adalah beberapa kelompok atau group yang jumlahnya dua atau lebih yang menuju suatu tempat' yang sama dan diikat bersamasama.

Tujuan proses Looming :

1. Untuk mempermudah pemasangan instalasi pada pesawat terbang.
2. Untuk mempermudah pemeriksaan dan pemeliharaan bundle kabel dalam pesawat udara.

Dalam mengikat bundle atau group terdapat dua macam carapengikatan

1. Lacing

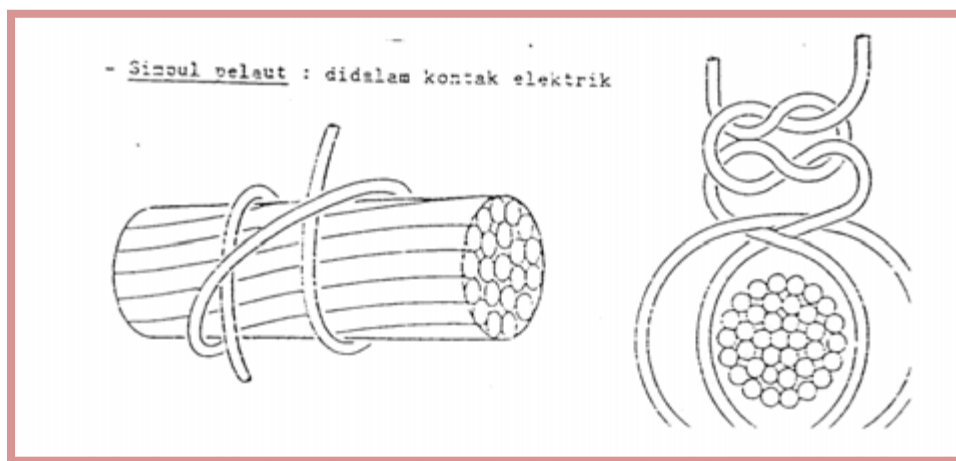
Kabel diikat menjadi satu sepanjang group atau bundle dengan menggunakan tali yang panjang dan tidak terputus, dimana pada jarak tertentu diikatkan.

Terdapat dua macam lacing :

a. Lacing dengan tali tunggal (Single cord lacing), digunakan untuk menikat bundle dengan garis tengah kuran dari satu inchi.

b. Lacing dengan tali ganda (Double Cord Lacing digunakan untuk mengikat bundle dengan garis tengah lebih dari satu inchi.

2. Tying

Adalah mengikat group atau bundle menjadi satu dengan cara penalian menyilang, jarak antara tiap ,ikatan adalah 12 inchi ataukurang. Simpul yang digunakan adalah simpul pelaut.Selain dengan menggunakan simpul amerika atau simpul pengail.Gambar contoh ikatan :

Gambar 6.6 ***(simpul pelaut)***

- Routing dan instalasi

Jumlah kawat dan kabel yang diperlukan untuk distribusi sistem listrik tergantung dari sederhana atau rumitnya sistem listrik. Dalam instalasi listrik pesawat udara yang penting bukan jumlahnya melainkan cara menyusunnya. Hal ini dimaksudkan untuk :mencegah gangguan terhadap radio dan penunjukan magnetic-compass serta faktor-faktor keselamatan diantaranya:

1. Kerusakan karena terinjak penumpang yang berjalan di dalam pesawat udara.
2. Kerusakan sewaktu memasukan barang-barang ke dalam bagasi.
3. Kerusakan akibat tergores benda lain
4. Kerusakan akibat panas.
5. Kerusakan akibat cairan asam battery ataui lainnya.
6. Selain itu juga untuk mempermudah penandaan kabel-kabel.

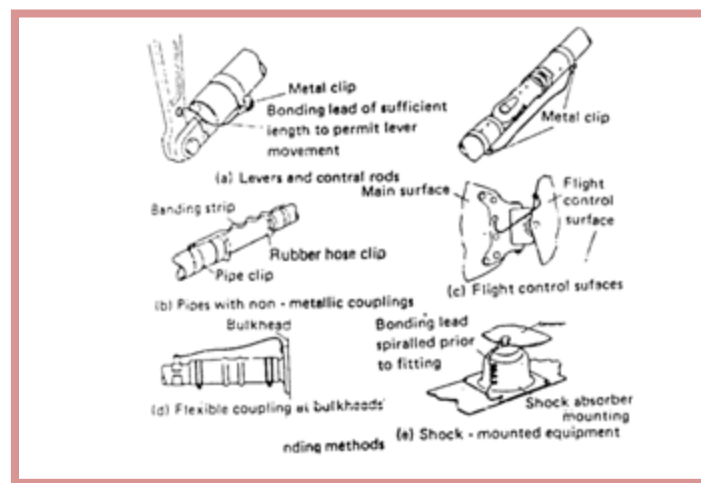
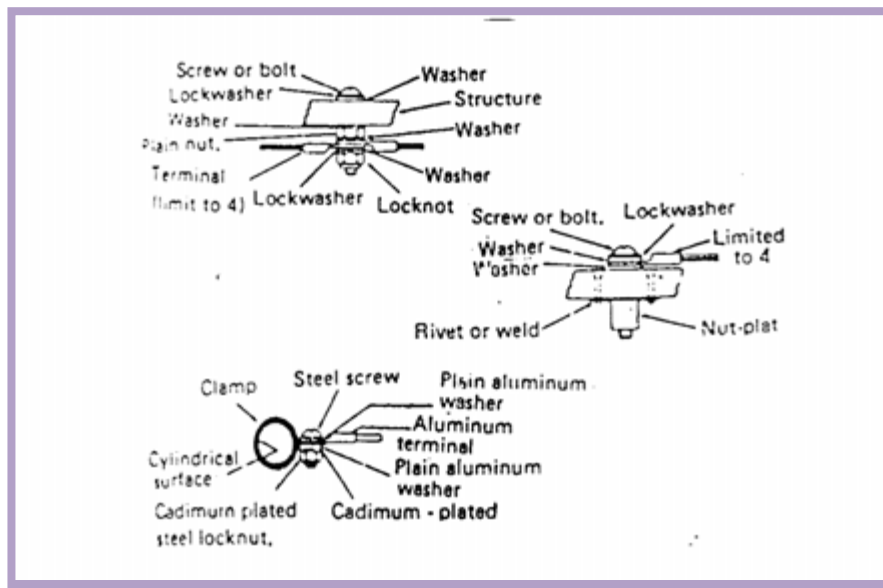
- Grounding dan Bonding

Grounding adalah hubungan listrik dari peralatan listrik ke konstruksi utama pesawat udara yang merupakan masa untuk sirkuit listrik Bonding adalah hubungan listrik pada du[g] atau lebih sambungan dari konstruksi pesawat terbang untuk menyamakan muatan listrik apabila terjadi perbedaan tegangan listrik.

Syarat-syarat pernasangan grounding atau bonding

1. Harus dihubungkan ke konstruksi utama.
2. Tidak boleh merusak konstruksi utama
3. Harus sependek mungkin.

4. Permukaan harus bersih dan rata.
5. Harus kuat dan tidak terlepas oleh getaran atau yang lainnya.
6. Tempat pemasangan sebaiknya terlindung

:

Gambar 6.7 *(cara pemasangan grounding)*

♦ Harnessing

Adalah menysun due atau lebih kabel-kabel menjadi satu bundle yang dilengkapi dengan simbol-simbol sistem.

Fungsinya untuk mempermudah penginstalasian dan perawatan dalam pesawat udara.

♦ Fungsi-fungsi komponen yang digunakan dalam praktek

1. Banana flug untuk penghubung antara sumber arus dan rangkaian.
2. MCB untuk pengaman rangkaian dari arus beban lebih
3. Saklar togel berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus.
4. Busbar sebagai terminal kabel
5. Lampu sebagai penunjuk, apakah rangkain bekerja dengan baik atau tidak.

7. Pembelajaran Ketujuh

a. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa dapat menjelaskan lampu lampu untuk navigasi
2. Siswa dapat menjelaskan anti collection light
3. Siswa dapat menjelaskan lampu pendaratan
4. Siswa dapat menjelaskan taxi light
5. Siswa dapat menjelaskan lampu untuk mencegah timbulnya es
6. Siswa dapat menjelaskan lampu yang cockpit
7. Siswa dapat menjelaskan penerangan diruang penumpang
8. Siswa dapat menjelaskan penerangan darurat

b. Uraian materi

System penerangan merupakan keperluan utama didalam pesawat terbang selama beroperasi seperti lampu penerangan untuk keperluan navigasi keadaan darurat serta lampu untuk keperluan awak pesawat dan penumpang.

System lighting pada pesawat udara ada 2 macam yaitu :

1. Internal Lighting

a. Penerangan dalam (internal light)

Penerangan dalam ruang pesawat dibagi tiga, yaitu:

1. Penerangan untuk operasi didalam ruang kemudi
2. Penerangan untuk ruang penumpang
3. Penerangan untuk begian bagian lain, seperti ruangan toilet, ruang bagasi, dan papan penerangan atau peringatan.

1. Penerangan dalam pada pesawat

Gambar 7.1 *(penerangan dalam cabin)*

Sebuah banyak jenis pencahayaan pesawat besar ditentukan oleh peraturan misalnya, lampu NVIS-ramah di pesawat militer.Ini adalah kabin penumpang yang memungkinkan lingkup paling untuk penerangan desainer.

2. Lampu petunjuk pada kabin pesawat penumpang

Gambar 7.2 ***(lampu petunjuk pada kabin pesawat)***

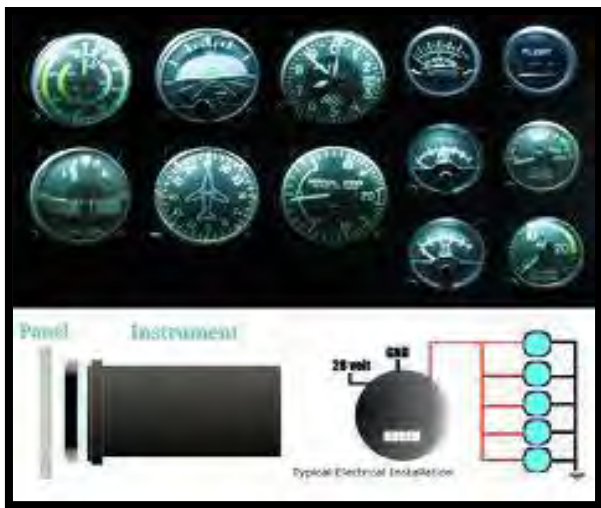
Tanda Beberapa Informasi bagi Penumpang wajib dalam peraturan FAA, misalnya, tanda-tanda kencangkan sabuk kursi atau tidak ada tanda-tanda merokok.Interior Utility Lampu menerangi interior kargo atau kapal barang. Ada juga, tentu saja, egress Darurat Lighting seperti pencahayaan darurat lantai track atau tempat duduk darurat dipasang lampu penanda.

3. Lampu pada dinding samping pesawat

Gambar 7.3 ***(lampu pada dinding pesawat)***

Interior dinding samping panel sistem untuk pesawat penumpang semakin memasukkan jendela besar untuk visibilitas penumpang, ke depan menghadap dinding samping lampu penerangan tidak langsung mencuci dinding, pencahayaan kawasan ditingkatkan kaki, ventilasi dekompresi kabin, dan sebuah panel yang fleksibel, lateral tumpang tindih menghubungkan desain. desain panel Dinding samping cenderung di masa lalu untuk menggunakan pencahayaan langsung yang terpancar dari atas dinding samping dan mencuci di sepanjang panel, dan juga biasanya memasukkan jendela berbentuk oval. Karena lampu di atas mencuci bawah panel dalam

desain konvensional, ketika mencari penumpang, mereka cari langsung pada sumber cahaya. Ketika jendela para penumpang adalah berbentuk oval dan relatif kecil di daerah, mereka membuatnya sulit bagi beberapa penumpang, misalnya, yang tidak terletak berdekatan dengan jendela, melihat keluar dari pesawat dengan mudah tanpa harus ctrane leher mereka. Tantangan desain telah memproduksi panel interior pesawat yang menciptakan perasaan ruang ditingkatkan dan fitur interior menekankan dengan menggunakan pencahayaan. Pencahayaan sekarang dapat mencakup sumber cahaya, seperti array LED, yang warna dan intensitas cahaya dapat dipilih dari jarak jauh, serta bezel cahaya dan lensa ringan. Blok bezel radiasi langsung cahaya ke mata penumpang, dan sebagai gantinya, mengarahkan ke depan melalui lensa, sehingga cahaya mencuci depan.

Kick panel pada tingkat lantai juga dapat sekarang menyediakan lokasi dan pemasangan untuk satu atau lebih sumber pencahayaan tidak langsung yang diatur untuk memancarkan cahaya ke lantai kabin di kaki para penumpang, sehingga mereka bisa melihat di mana ke tempat kaki mereka dan mudah menemukan item disimpan di lantai kabin di bawah kursi.

4. Pencahayaan Kokpit pesawat

Gambar 7.4 *(pencahayaan kokpit pesawat)*

Apa yang bisa lebih mudah dari pencahayaan kokpit pesawat? Wikipedia bola lampu putih untuk membaca peta dan tugas-tugas flightdeck lainnya.Selama bertahun-tahun telah didominasi lampu halogen di kokpit. Tapi sekarang teknologi yang lebih tua mulai memberikan cara untuk tahan lama LED solid state.

Peta dan grafik lampu, lampu meja, lampu utilitas, penyimpanan dan lorong, glareshield lampu untuk lampu sorot panel instrumen, lampu kubah, lampu lantai, lampu darurat dan lampu masker oksigen memiliki semua manfaat dari perkembangan yang lebih baru. suasana pencahayaan Cockpit jarang saat ini tetapi penelitian telah menunjukkan bahwa

pencahayaan berwarna di kokpit dengan pemrograman untuk memerah saat fajar dan senja, simulasi matahari terbit dan terbenam, dapat mengurangi kelelahan pilot selama penerbangan jarak jauh. Kabin suasana pencahayaan telah sejauh ini telah digunakan di kabin penumpang.

5. Light-Emitting Dioda

Gambar 7.5 ***(light emitting diode (LED))***

Pesawat baru dan retrofits menggunakan LED dalam kokpit untuk meningkatkan kehandalan dan mengurangi biaya siklus kehidupan. Bagian-bagian solid state mengkonsumsi lebih sedikit daya dan tidak memiliki filamen melingkar, yang dapat melemahkan dari getaran dan suhu ekstrim.Usang adalah Achilles mereka sembuh.LED solid state, semikonduktor perangkat seperti chip komputer.Beberapa pemasok hanya menawarkan produk LED, LED melalui-lubang, atau permukaan-mount LED.

6. FiberLites

FiberLites, oleh Superior Panel Technology, menawarkan FAA inovatif disetujui label instrumen dan sistem pencahayaan yang menggunakan serat optik untuk menerangi merata instrumen pesawat dengan mudah diakses, tahan lama, LED sumber cahaya. Serat optik yang ditempel bezels dirancang khusus, yang terjepit di antara instrumen dan panel untuk tampilan dari instrumen internal dinyalakan. Keuntungan menggunakan FiberLites melalui perangkat pencahayaan lain adalah kabel) lebih mudah, tiga sumber cahaya LED akan menyala semua instrumen pada panel paling b) LED yang berumur sangat panjang, namun, jika mereka pernah melakukannya perlu diganti, mereka mudah diganti tanpa harus menghapus setiap instrumen c) FiberLites memberikan bahkan 360 derajat pencahayaan di sekitar instrumen, d) instrumen tersebut tidak diubah dengan cara apapun e) FiberLites dapat digunakan untuk backlight label

dicetak.

1. Penerangan untuk operasi didalam ruang kemudi

Lampu lampu ini digunakan untuk menerangi instrument instrumentagar mudah dilihat atau dibaca serta dapat menerangi peralatan control juga petunjuk pengoperasian.

Penerangan diruang kemudi dibagi 4, yaitu:

a. Internal lighting tergabung menjadi satu pada setiap instrument
b. Pilar atau bridge lighting terpasang pada panel
c. Flood lighting dipasang pada sekeliling panel untuk menerangi panel keseluruhan
d. Trams liminated panel merupakan kata penunjuk yang diterangi dari dalam, warna yang digunakan adalah merah dan putih.

Keuntungan cahaya merah adalah memiliki derajat kepekaan yang tinggi pada warna serta memiliki daya tembus pada kegelapan.Cahaya merah biasanya digunakan pada pesawat militer. Sedangkan cahaya putih digunakan pada pesawat sipil, dengan keuntungan keuntungan sebagai berikut:

a. Tenaga listrik yang diperlukan cukup kecil
b. Panas yang timbul dapat dikurangi
c. Perubahan warna pada panel mudah dibaca
d. Kelelahan penglihatan mudah dikurangi

2. Penerangan untuk ruang penumpang

Dipasang pada atas tempat duduk penumpang pada rak barang.System ini dikontrol panel dari ruang penumpang oleh pramugari. Didalam ruang penumpang juga dipasang lampu lampu peringatan atau petunjuk, seperti: fasten seve belt, no smoking dll. Yang dikontrol dari rung kemudi.

External Lighting

1. External Light System

External Lighting System menyediakan penerangan saat terbang, landing, dan taxi pada malam hari, inspeksi pada saat kondisi berkabut dan mencegah terhadap kecelakaan (tabrakan) saat di udara.

External Light System terdiri dari :

a. Leading Edge Light
b. Anti Collision Light
c. Landing Light
d. Navigation Light

Leading EdgeLight,Anti Collosion Light dan Navigation Lightdikontrol dari exterior light panel. Keseluruhan exterior light system beroperasi dengan power dari 115 VAC bus.

A. Landing Light

Landing Light biasanya mempunyai intensitas cahaya sangat tinggi karena jarak yang cukup dapat memisahkan pesawat dari medan atau hambatan, lampu pendaratan pesawat besar dengan mudah dapat dilihat oleh pesawat lain lebih dari 100 mil. Dalam desain lampu pendaratan, pertimbangan utama adalah intensitas, keandalan, berat, dan konsumsi daya.Lampu pendaratan ideal yaitu, memerlukan daya listrik sedikit, yang ringan, dan memiliki masa kerja lama dan dapat diprediksi.Landing Light biasanya terletak di dua di sayap.Landing Light biasanya hanya berguna sebagai alat bantu visibilitas ke pilot setelah pesawat tersebut sangat rendah dan dekat dengan medan (landasan), seperti waktu take-off dan landing. Landing Light biasanya dipadamkan saat terbang, terutama jika kondisi atmosfer yang mungkin menyebabkan refleksi atau silau dari lampu kembali ke mata pilot. Namun, kecerahan lampu pendaratan berguna untuk meningkatkan visibilitas untuk pilot pesawat lain.Penggunaan lampu pendaratan yang sebenarnya mungkin atau mungkin tidak diperlukan, tergantung pada waktu siang atau malam, cuaca, kondisi bandara, kondisi pesawat, jenis operasi yang sedang dilakukan (lepas landas, pendaratan, dll), dan faktor lainnya.

Lampu pendaratan tidak perlu begitu digunakan untuk berbagai jenis pesawat, tetapi penggunaannya sangat dianjurkan, baik untuk take-off dan landing dan selama setiap operasi di bawah 10.000 kaki (3.000 m) atau dalam sepuluh mil dari bandara . Untuk pesawat udara kategori transport dan beberapa operasi dengan jenis pesawat, lampu pendaratan diwajibkan ada dan digunakan. lampu landing harus disertifikasi aman dan memadai untuk tujuan mereka sebelum instalasi. Landing light di pesawat udara dipasang untuk menerangi saat pendaratan di siang hari dan malam hari.Komponen yang terdapat di landing light adalah kapasitor (un polarity capasitor) , diode, motor (1 phasa).

Gambar 7.6 *(Posisi lampu Landing Light di pesawat)*

Landing light adalah lampu assembly yang dapat keluar (EXTEND) dan masuk(RETRACT).

Putaran motor pada landing light pada saat EXTEND adalah Clock Wise (CW) dan ketika RETRACT adalah Counter Clock Wise (CCW).Dimana semua control pada landing light terdapat di cock pit (copilot’s instrument panel).

1. KONTROL SWITCH LAMPU PENDARATAN

Gambar 7.7 *(Selektor Kontrol Lampu Pendaratan)*

Selektorkontrollampupendaratan.

ON : posisi lampu keluarsecara penuh dengan otomatis

OFF : mematikan lampu tetapi masih dalam keadaan extend

RETRACT : switch lampu tertarik ke bawah dan lampu pun tertarik ke dalam dengan mengeluarkan cahaya.

2. LANDING LIGHT SAAT EXTEND

Pada posisi Extend posisi lampu keluar penuh selama pesawat landing dan hal ini menandakan bahwa pesawat akan landing dengan suplai cahaya tinggi, seperti pada gambar 7.8.

Gambar 7.8 *(Landing Light saat EXTEND)*

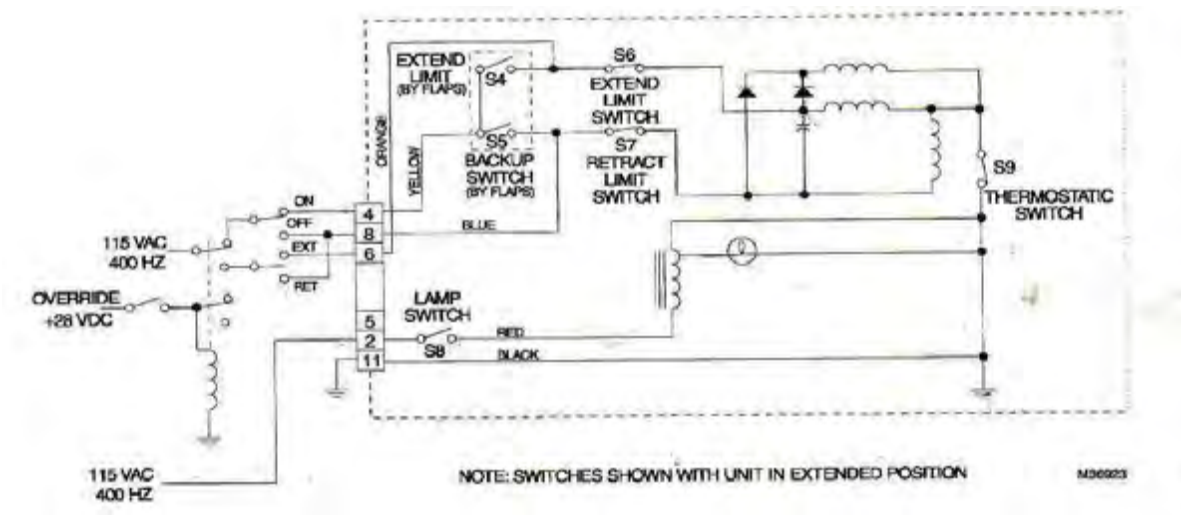
3. LANDING LIGHT SAAT RETRACT

Pada posisi Retract pada Landing Light dijalankan selama pesawat Landing dan Take Off dengan suplay cahaya tinggi seperti gambar

Gambar 7.9 *(Landing Light saat RETRACT)*

4. PRINSIP KERJA LANDING LIGHT

Ketika switch dalam posisi ON arus masuk dengan tegangan sebesar 115 V/400 Hz melalui saklar 6 yang kondisi saklar tadinya NO (membuka) menjadi NC (menutup). Arus masuk dan menggerakan motor yang kemudian di sambungkan ke ground dengan bantuan flaps . Saat lampu mencapai keluar pada posisinya, saklar 6 akan membuka (NO) kembali dan memutuskan power dari motor dengan sendirinya.

Pergerakan lampu(keluar/masuk) dapat dihentikan dengan control switch dalam posisi HOLD

Gambar 7.10 *(Wiring Landing Light)*

Saat itu pula ketika switch lampu dalam kondisi ON tegangan yang sama masuk sebesar 115VAC/400 Hz menekan saklar 8 yang tadinya NO (membuka) menjadi NC (menutup).. Dengan daya sebesar 450 watt, arus masuk melalui Auto Transformer yang menjadikan input 115 VAC/400 Hz menjadi 28 VAC dan lampu pun akan menyala.

Dan ketika switch dalam posisi RETRACT maka saat itu tegangan yang sama yaitu 115 VAC/400 Hz masuk melalui saklar 6 yang mendapatkan back up dari flaps.

Sebelumnya saklar NO (membuka) menjadi NC(menutup) dan merubah putaran motor yang sebelumnya terjadi gerakan lampu EXTEND menjadi gerakan lampu RETRACT.

Troubleshooting The Landing Light Assembly

Beberapa Trouble Shooting yang terdapat di Landing Light

NO	MASALAH	Kemungkinan sebab	Cara Perbaikan
1.	Lampu tidak dapat menyala	Kerusakan lampu	Gunakan manual book untuk mengecheck lampu jika tetap tidak menyala , ganti lampu
		Kerusakan transformator	Gunakan manual book untuk mengukur tegangan keluaran transformator , tegangan harus mwncapai 15 VAC dengan daya 450 watt
		Kerusakan tombol	Hubungkan circuit antara penghubung listrik dengan transformator jika lampu tetap tidak menyala maka ganti tombol
2.	Tidak dapat Extend / Retrac	Roda gigi dan motor bermasalah	Check roda gigi sampai menemukan kerusakan pada roda gigi yang paling kecil, kemudian ganti kerusakan
		Motor tidak berputar kencang	Gunakan manual book untuk mengecheck putaran motor. Cek capasitor jika terdapat kerusakan maka ganti kerusakan tersebut
		Kerusakan motor	Cek motor . jika terdapat kerusakan

			ganti motor
3.	Putaran motor pelan	Kerusakan motor	Ganti motor
		Kerusakan pada roda-roda gigi	Ganti roda gigi
		Kerusakan pada kapasitor	Ganti capasitor yang rusak
4.	Suara terlalu berlebihan pada gear	Putaran roda yang lemah	Menambah pelumasan pada gear dan memasang motor
			Membongkar casing pada roda gigi

Tabel 7.1 (Troubleshooting di landing light)

Prosedur Troubleshooting Landing Light

Troubleshooting landing light assembly terdiri dari :

- Power pada system
- Wiring
- Kerusakan komponen

Saat assembly pada landing light yang harus dilakukan adalah :

1. Power
   Power yang di gunakan untuk mengetest landing light adalah 115 VAC.

   Dalam posisi keluar (EXTEND) lampu dapat menyala ketika posisi lampu sudah berada di luar dan lampu akan akan mati secara otomatis ketika lampu ditarik masuk (RETRACT).

2. System Wiring
   Saat memulai prosedur troubleshooting yang harus di check untuk beberapa kerusakan yaitu dengan cara melihat wiring dengan beberapa kerusakan pada circuit breaker dan system komponen.

3. Testing and Replacing Components
   Pelepasan komponen yang terdapat di landing light yang diperlukan jika kerusakan komponen ditemukan.

B. Anti Collision Light

Semua pesawat harus memiliki Anti Collision Light dan sistem cahaya posisi untuk operasi malam hari maupun siang hari.

Hampir semua pesawat modern dilengkapi dengan lampu arahan tersebut.

Anti Collision light adalah lampu sorot cahaya lain adalah mudah dikenali. Lampu ini berkedip merah dan juga umumnya terletak di sayap untuk pesawat yang lebih kecil, atau pada badan

pesawat untuk pesawat yang lebih besar.Lampu ini dimaksudkan untuk menarik perhatian pesawat, memastikan tidak diabaikan pada malam hari.

Pilihan warna yang berfungsi untuk membantu pilot dalam menentukan arah perjalanan pesawat terbang.

Cahaya ini adalah merah, dan banyak terdapat pada pesawat komersial, dapat dilihat pada perut pesawat, serta pada ekornya.. Cahaya ini diaktifkan hanya sebelum memulai mesin, dan akan ditinggalkan pada waktu seluruh mesin berjalan.

Anti Collision Light adalah lampu safety yang fungsinya adalah untuk membuat kehadiran pesawat diketahui oleh pesawat lain di area dimana banyak pesawat sedang terbang.

Anti Collision Light mempunyai dua (2) lampu yang dipasang disalah satu dari dua (2) tempat.

Pemasangan lampunya yaitu dibagian atas fuselage (badan pesawat) dan dibawah bagian fuselage (badan pesawat).

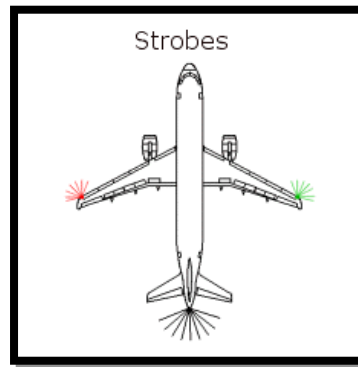
Posisi pemasangan di pesawat udara :

1. Pada posisi lampu pemasangan diatas posisi lampu dengan penutup cembung ke atas

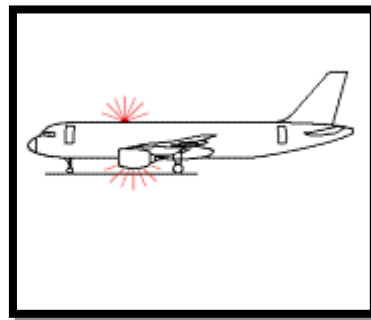
Gambar 7.11 ***(Anti Collision pada posisi lampu di atas)***

Gambar 7.12 ***(Anti Collision pada posisi lampu di atas)***

2. Pada posisi lampu pemasangan di bawah posisi lampu cembung ke bawah
   Anti Collision Light mempunyai 2 (dua) jenis yaitu :

1. Anti Collision jenis Strobe Light

Gambar 7.13 *(Posisi Strobe Light di Pesawat Udara)*

Stobe Light yaitu Anti Collision yang sumber penerangannya dengan berkedip dalam rentan kurang lebih 1 (satu) detik serta mempunyai fungsi yang sama.

2. Anti Collosion Light jenis Tandem Oscillating Light

Gambar 7.14 *(Posisi Tandem Oscillating Light di Pesawat Udara)*

Tandem Oscillating Light yaitu Anti Collision yang sumber penerangannya berputar dengan bertolak belakang.

Tandem Oscillating Light mempunyai lampu yang konstruksinya ;

a. Penutup dari lampu tersebut di pasang secara melengkung untuk melindungi Oscillating Mechanism
b. 2 (dua) lampu yang dipasang secara bertolak belakang dengan putaran ke kiri dan ke kanan yang di gerakan oleh sebuah motor

Komponen yang terdapat di tandem Oscillating Light :

1) Transformator

2) Capasitor
3) Motor (satu phasa)

1. Prinsip Kerja Tandem Oscillating Light.

Power listrik dari system penghubung di pesawat sebesar 115 VAC dan dengan frekuensi 400 Hertz melalui transformator.

Kemudian tegangan diturunkan sehingga menjadi 6.2 VAC dengan frekuensi yang sama yaitu 400 Hertz dan lampu pun akan menyala.

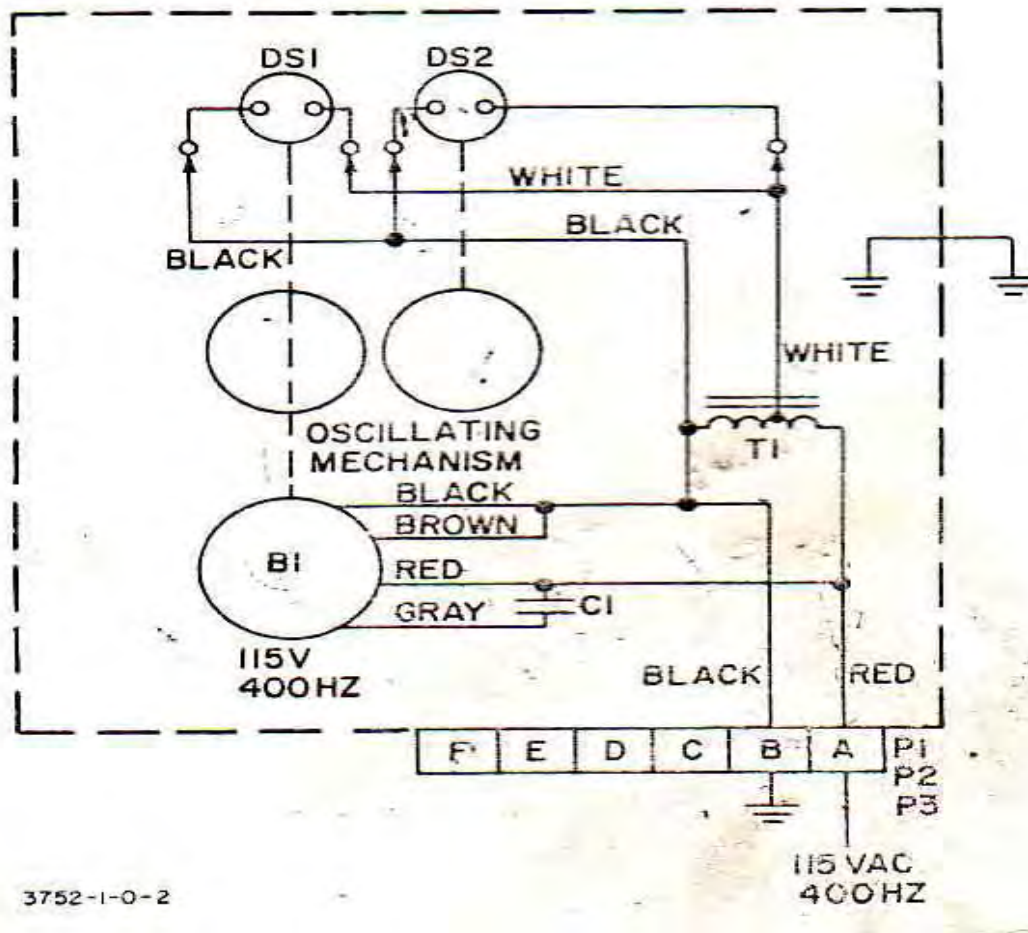
System lighting pada pesawat udara ada 2 macam yaitu :

Internal Lighting

b. Penerangan dalam (internal light)

Penerangan dalam ruang pesawat dibagi tiga, yaitu:

4. Penerangan untuk operasi didalam ruang kemudi
5. Penerangan untuk ruang penumpang

Penerangan untuk begian bagian lain, seperti ruangan toilet, ruang bagasi, dan papan penerangan atau peringatan

Gambar 7.15 *(Wiring Tandem Oscillating Light)*

Bersamaan dengan itu, power yang sama sebesar 115 VAC dengan frekuensi 400 Hertz masuk dan motrorpun kemudian berputar dan menggerakan oscillating.Lampu yang dipasang secara bertumpuk dengan oscillate secara tidak langsung lampu akan ikut berputar dengan kondisi lampu yang menyala (gerakan lampu bertolak belakang).

Troubleshooting TheTandem Oscillating Light

Beberapa Trouble Shooting yang terdapat di Tandem Oscillating Light

No	*Masalah*	*Kemungkinan Sebab*	*Cara Memperbaiki*
1.	Lampu tidak dapat menyala	Kerusakan lampu	Ganti kerusakan lampu
		Kerusakan tranformator	Ganti transformator

2.	Lampu gagal berputar	Kerusakan motor	Cek motor, bila rusak maka ganti motor
		Kerusakan capasitor	Cek capasitor , ganti komponen jika rusak
		Roda gigi terdapat gangguan	Cek gear atau roda gigi
3.	Kapasitas cahaya turun	Lampu terlalu panas	Cek roda gigi dan putarannya
			Jika rusak maka ganti roda gigi

Tabel 7.2 *(Troubleshooting di Tandem Oscillating Light)*

Prinsipnya pada saat assembly pada Tandem Oscillating Light adalah sama dengan Landing light yaitu :

1. Power
   Power yang di gunakan untuk mengetest Tandem Oscillating Light adalah 115 VAC.

2. System Wiring
   Saat memulai prosedur troubleshooting yang harus di check untuk beberapa kerusakan yaitu dengan cara melihat wiring dengan beberapa kerusakan pada circuit breaker dan system komponen.

3. Testing and Replacing Components
   Pelepasan komponen yang terdapat di Tandem Oscillating Light yang diperlukan jika kerusakan komponen ditemukan.

Lampu Lampu navigasi,

Yaitu untuk mengetahui kedudukan suatu pesawat terbang dalam penerbangan. Lampu navigasi dipasang pada 2 lokasi yaitu:

- Pada masing masing ujung sayap
- Pada bagian belakang vertical stabilizer

Persyaratan dan sifat dari penerangan untuk navigasi disahkan oleh badan internasional dalam peraturan penerbangan (rules of ais) dan ketentuan ketentuan untuk navigasi udara dan peraturan lalulintas udara sebagai berikut:

a. Lampu yang berwarna hijau pada ujung sayap sebelah kanan dengan sudut pancar 110 derajat
b. Lampu yang berwarna merah pada ujung sayap sebelah kiri dengan sudut pancar 110 derajat

c. Lampu yang berwarna putih yang dapat dilihat dari belakang pada bagian belakang dari horizontal stabilizer dengan sudut pancar 140 derajat. System ini ditempatkan pada bagian belakang ujung ekor pesawat.

Sedangkan pada pesawat DC 10 dan pada pesawat lookhead 1011 tristar dipasang pada trailing edge setiap sayap sumber listrik yang digunakan padaumumnya 28 V DC. Tetapi pada beberapa pesawat umumnya menggunakan 28 V AC. Penerangan lampu yang terus menerus umumnya adalah untuk wing edge, inlet duct dan secara flash

C. RANGKUMAN

System penerangan merupakan keperluan utama didalam pesawat terbang selama beroperasi seperti lampu penerangan untuk keperluan navigasi keadaan darurat serta lampu untuk keperluan awak pesawat dan penumpang.

System lighting pada pesawat udara ada 2 macam yaitu :

1. **Internal Lighting**

   Penerangan dalam (internal light)

   Penerangan dalam ruang pesawat dibagi tiga, yaitu:

   Penerangan untuk operasi didalam ruang kemudi

   Penerangan untuk ruang penumpang

   Penerangan untuk begian bagian lain, seperti ruangan toilet, ruang bagasi, dan papan penerangan atau peringatan

2. **External Light System**

   External Lighting System menyediakan penerangan saat terbang, landing, dan taxi pada malam hari, inspeksi pada saat kondisi berkabut dan mencegah terhadap kecelakaan (tabrakan) saat di udara.

   External Light System terdiri dari :

   a. Leading Edge Light
   b. Anti Collision Light
   c. Landing light
   d. Navigation Light

d.Tugas

1. Jelaskan cara kerja leading edge light
2. Jelaskan cara kerja anti coliision
3. Jelas cara kerja Navigation light

e.Tes

1.Sebutkan dua lokasi pemasangan lampu navigasi?

2.Sebutkan 2 macam lampu pendaratan?

3. Apa fungsi lampu taxi pada pesawat udara?

f.Kunci jawaban

1. Lampu navigasi dipasang pada 2 lokasi yaitu:
   - Pada masing masing ujung sayap
   - Pada bagian belakang vertical stabilizer
   - fixed landing light dan retractable landing light

2. Yaitu lampu lampu yang digunakan untuk menerangi landasan pada waktu taxi atau pesawat terbang ditarik atau menuju landasan utama.

g.Lembar Kerja Peserta Didik

8. Pembelajaran Kedelapan

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat

1, Mengidentifikasi komponen listrik

2, Memahami skema kerja

3.Membuat skema sederhana

4. Membuat tabel kebenaran

5.Menjelaskan prisip kerja rangkaian

6.Membuat skema pengawatan

7.Membuat identifikasi kabel

8. Membuat rangkaian pada pada panel degan aturan yang benar.

b. Uraian Materi

A. Sistem penerangan

Penerangan adalah kebutuhan yang sangat pokok bagi semua orang di dunia. Karena penerangan adalah salah satu syarat yang di perlukan agar manusia dapat melihat,karena cahaya yang di pantulkan ke mata kita yang akhrnya bias membuat kita dapat melihat.

Menurut peraturan pemerintah (1999), penerangan ditempat kerja adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksakan kegiatan secara efektif. Penerangan dapat

berasal dai cahaya alami dan buatan. Penerangan adalah penting sebagai suatu faktor keselamatan dalam lingkungan fisik pekerja.Beberapa penyelidikaan mengenai hubungan antara produktivitas dengan penerangan telah memperlihatkan, bahwa penerangan yang cukup dan diatur sesuai dengan jenis pekerjaan dapat menghasilkan produksi maksimal dan penekanan biaya (Sutaryono, 2002: 19).
Berdasarkan peraturan pemerintah (1999) tentang persyaratan kesehatan lingkungan kerja .

I. Sistem penerangan di pesawat udara

Sistem penerangan di pesawat udara sangat penting karena selain untuk menerangi penumpang. Penerangan juga berguna untuk menrangi pilot juga co pilot agar dapat mengemudikan pesawat udara dengan baik. Selain itu penerangan juga sangat di butuhkan oleh pesawat pada saat malam hari,yaitu untuk menerangi daerah depan pesawat agar memudahkan pilot mengemudikan pesawat.

II. Fungsi-fungsi sistem penerangan di pesawat udara :

- Sebagai penerang ruangan penumpang,dan ruangan kokpit
- Sebagai penerang pesawat agar dapat melihat keadaan di sekitar
- Sebagai indicator baik tidaknya instrument yang ada di pesawat udara
- Dan sebagainya.

B. Sakelar tukar/Sakelar hotel

Pada praktek ini menggunakan sakelar tukar untuk menghubungkan dan memutuskan 2 lampu signal.

Saklar tukar adalah saklar yang yang dapat digunakan untuk menghidupkan dan mematikan lampu dari tempat yang berbeda. Instalasi saklar tukar adalah penggunaan dua buah saklar untuk meyalakan dan menghidupkan satu buah lampu dengan cara bergantian. Rangkaian instalasi penerangan yang menggunakan saklar tukar banyak dijumpai di hotel-hotel atau di rumah penginapan maupun di lorong-lorong yang panjang.Sehingga saklar tukar ini dikenal juga sebagai saklar hotel maupun saklar lorong.Tujuan dari penggunaan ini ialah untuk efisiensi waktu dan tenaga karena penggunaan saklar ini sangat praktis.

1. Alat dan Bahan

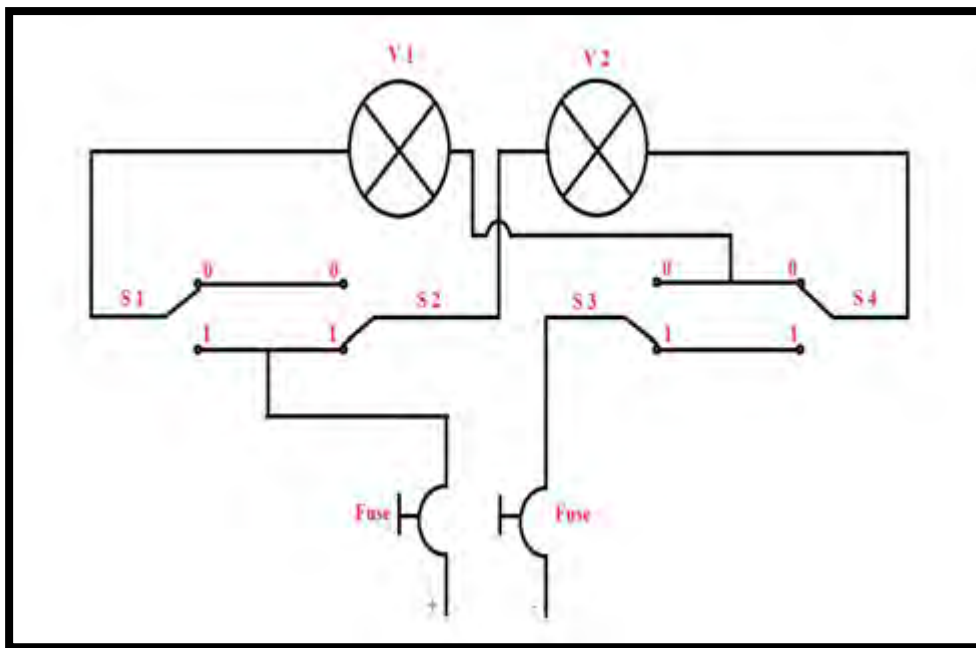
a) Alat-alat :

- Solder listrik
- Dudukan solder
- Tang pengupas
- Tang pemotong
- Tang jepit
- Obeng min

- Obeng plus

b) Bahan-bahan :

• Timah	Secukupnya
• Isolasi	Secukupnya
• Kabel	Secukupnya
• Saklar togel	4 buah
• Lampu signal	2 buah
• Banana plug	2 buah
• Busbar	1 buah

2. Skema rangkaian

Gambar 8.1 ***(Skema rangkaian)***

Sebelum memulaipraktek mengidentifikasi terlebih dahulu gambar skema sederhana dan hasil identifikasi sajikan di gambar skema sederhana.

Hal dilakukan untuk menganalisis cara kerja rangkaian ini ,agar tabel kebenaran di isi dengan benar.

3. Langkah kerja

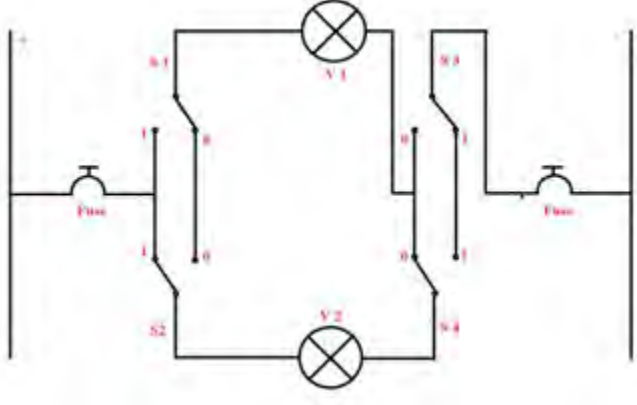
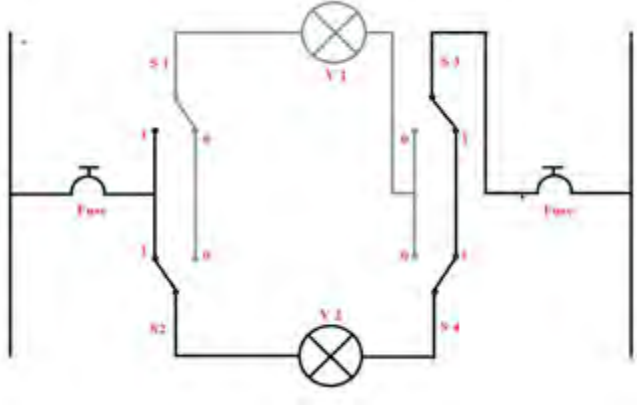
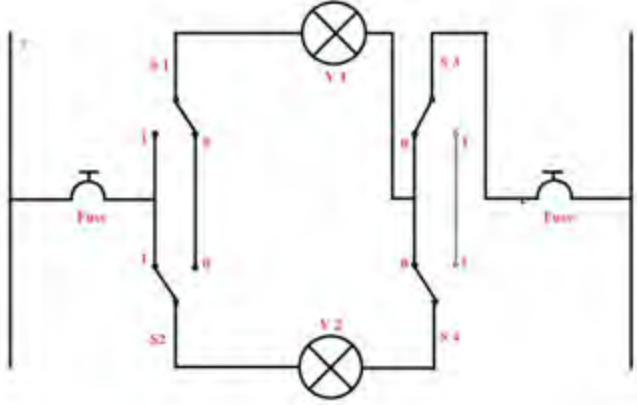
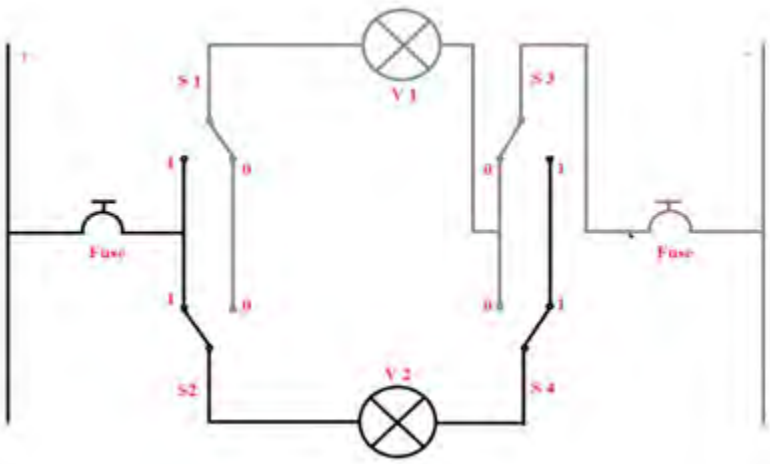
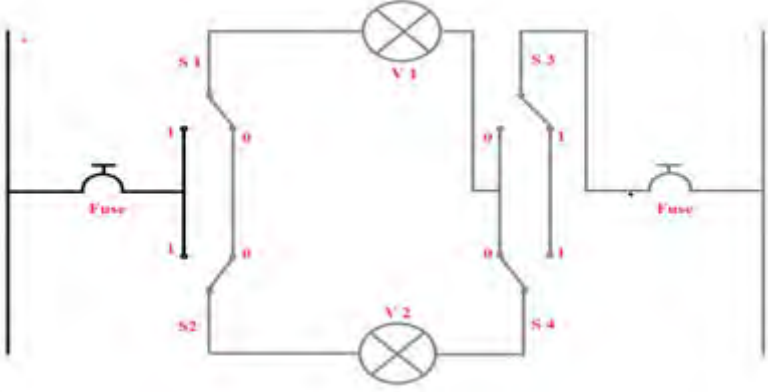
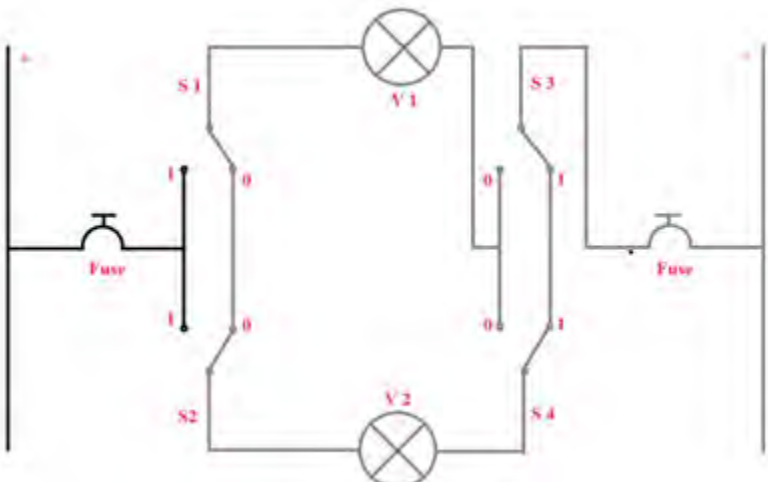
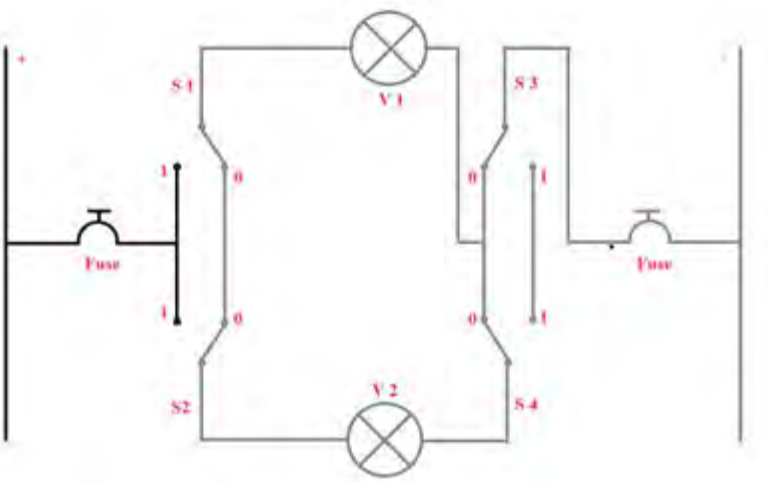
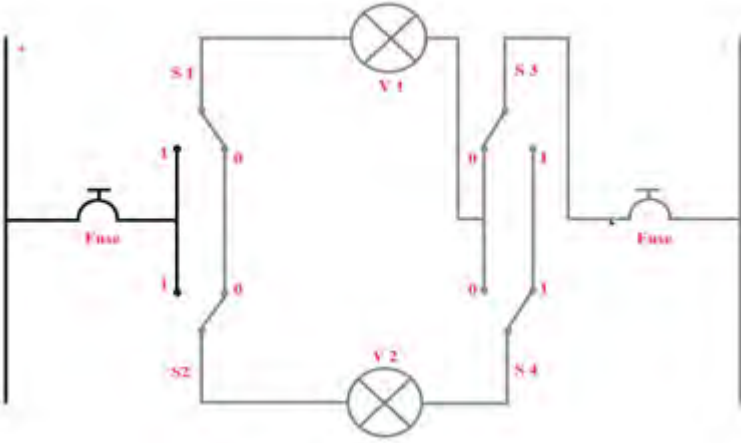
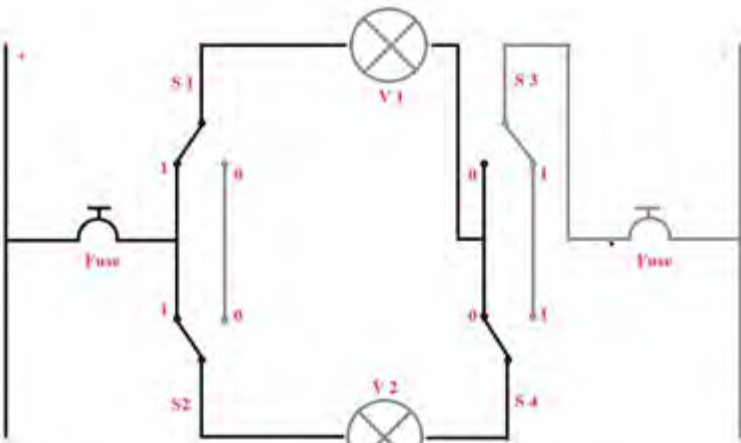
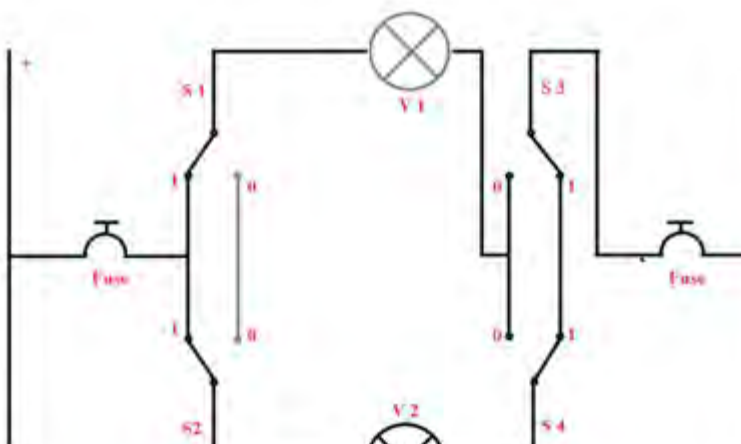
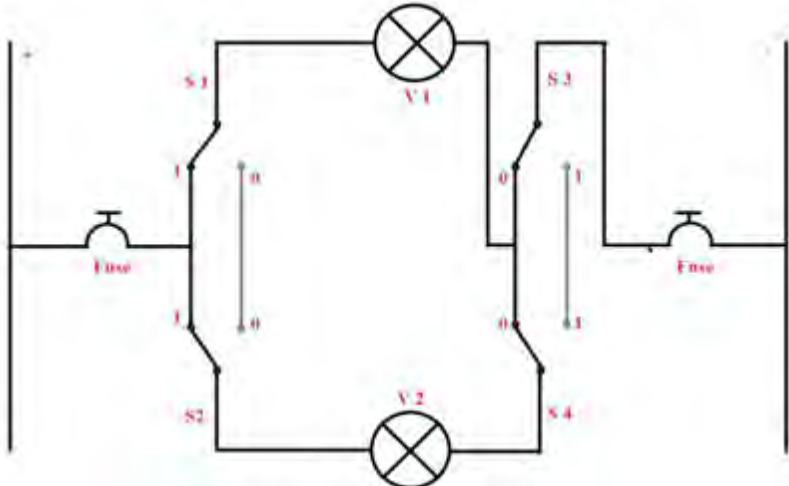
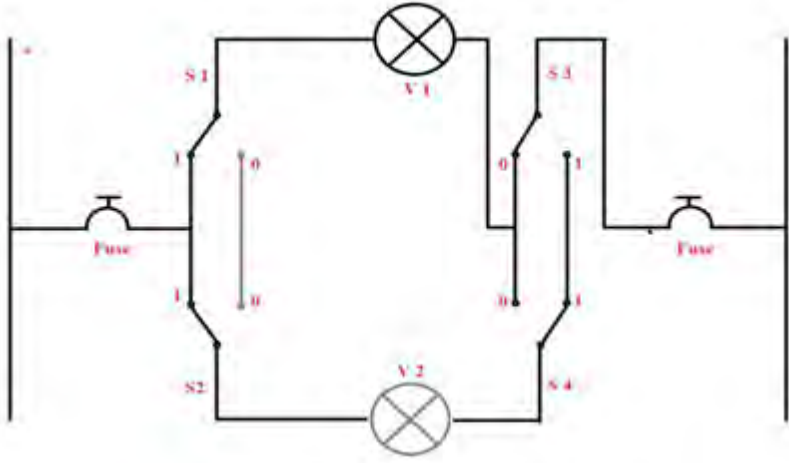
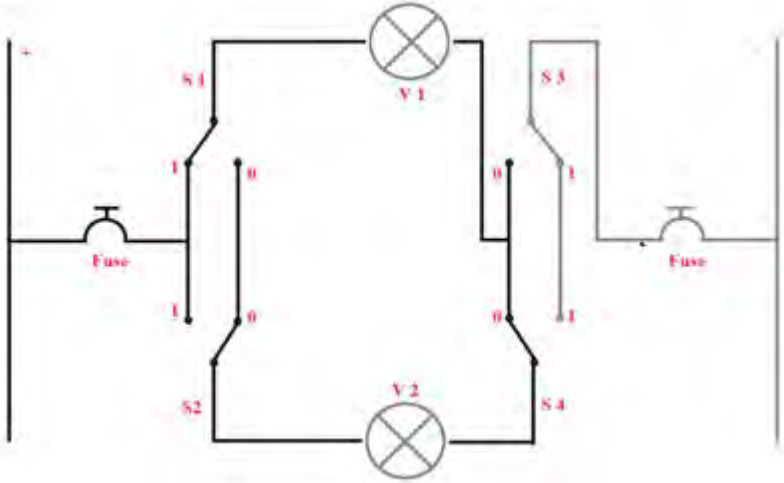
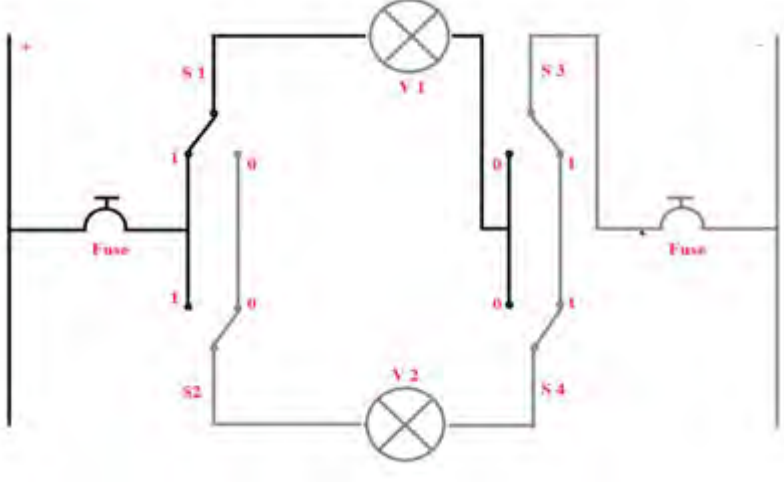
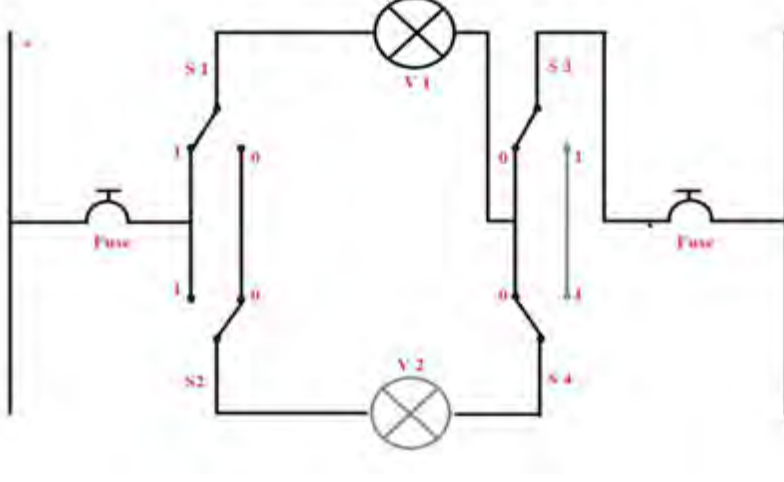
Langkah kerja pada praktekdi kelompokan menjadi beberapa langkah seperti di bawah :

a. Pictureidentification (identifikasi gambar)
b. Drawing (menggambar)

- Skema sederhana
- Tabel kebenaran
- Gambar pengawatan

c. Cable identification and Measuring (Identifikasi kabel dan pengukuran)
d. Checkingcomponents (pengecekan komponen)
e. Installating component (pemasangan komponen)
f. Wiring (pengawatan)
g. Soldering (penyolderan)
h. Lacing (penalian)
i. Checking(pengecekan)

Berikut penjelasan dari langkah-langkah yang di lakukan :

a. Picture identification (Identifikasi gambar)

Identifikasi gambar adalah pekerjaan awal yang harus di lakukan,karena dengan membaca gambar kerja kita akan dapat melakukan pekerjaan dengan mudah.identifikasi gambar ini di lakukan dengan membuat hasil identifkasi dan memanipulasikan ke dalam tabel kebenaran.

Untuk membuat tabel kebenaran kita harus menggambar terlebih dahulu skema sederhana,hal ini agar memudahkan dalam pengidentifikasian.dan untuk gambar rangkaian sederhana akan di bahas pada langkah kerja selanjutnya.

b. Drawing (menggambar)

Selanjutnya mengubah skema rangkaian menjadi skema sederhana,hal ini d lakukan agar memudahkan pengidentifikasian gambar,selanjutnya menyajikan hasil identifikasi menjadi tabel kebenaran,setelah itu membuat gambar pengawatan hal ini di lakukan agar memudahkan pemasangan komponen dan identifikasi kabel.

- **Skema sederhana**

No	Skema sederhana	Keterangan
1		Pada saat rangkaian di berikan tegangan maka lampu V1 dan V2 tidak akan menyala, hal ini di karenakan sakelar belum ada yang di tekan dan arus listrik tidak terhubung dengan lampu
2		Pada gambar di samping sakelar 4 di tekan, maka arus listrik setelah di hubungkan ke sumber tegangan maka akan terhubung dengan V2 dan menyebabkan lampu V2 menyala

3		Pada gambar di samping sakelar 3 di tekan,maka arus listrik terhubung dengan lampu V2 dan ini akan mengakibatkan lampu V2 menyala
4		Pada gambar di samping sakelar3 dan sakelar 4 di tekan. Pada saat salah satunya di tekan,V2 menyala namun setelah di tekan keduanya V1 dan V2 tidak akan menyala karena S3 dan S4 disini berfungsi sebagai pemutus arus
5		Pada gambar di samping S2 di tekan ini akan mengakibatkan rangkaian terputus dengan arus (+) maka di sini V1 dan V2 tidak akan menyala

No	Gambar	Keterangan
6		Pada gambar di samping S2 di tekan ,namun setelah S2 dan S4 di tekan maka arus tidak terhubung dengan V1 dan V2 dan ini mengakibatkan V1 dan V2 tidak menyala
7		Pada gambar di samping S2 dan S3 di tekan namun setelah S2 dan S3 di tekanmaka arus tidak terhubung dengan V1 dan V2 dan ini mengakibatkan V1 dan V2 tidak menyala

No	Gambar	Keterangan
8		Pada gambar di samping S2 dan S3 dan S4 di tekan, namun setelah di tekan arus tidak juga mengalir ke V1 dan ke V2 hal ini karena arus (+) di putuskan oleh S1 dan S2 maka V1 dan V2 tidak menyala
9		Pada gambar di samping S1 di tekan V1 dan V2 menyala, karena arus negati tidak terhubung, di karenakan S3 dan S4 tidak di tekan.
10		Pada gambar di samping S1 dan S4 di tekan maka V2 akan menyala hal ini di karenakan arus terhubung dengan V2 dan di hubungkan oleh S4 yang di tekan. Juga S2 yang tidak di

		tekan
11		Pada gambar di samping S1 dan S3 di tekan, ini akan mengakibatkan V1 dan V2 menyala karena V1 dn V2 terhubung dengan sumber tegangan.
12		Pada gambar di samping S1,S3 dan S4 di tekan maka V1 menyala dan V2 tidak,karena S4 memutuskan arus untuk V2

13		Pada gambar di samping S1 dan S2 di tekan maka V1 dan V2 tidak menyala karena S3 atau S4 tidak ditekan
14		Pada gambar di sampingS1 dan S2 dan S4 di tekan maka V1 dan V2 tidak akan menyala karena S2 di sini berperan sebagai pemutus arus
15		Pada gambar disamping S1,S2,dan S3 di tekan maka di sini V1 akan menyala di karenakan S1 dan S3 berperan sebagai penghubung arus dan S2 sebagai

		pemutus arus
16		Pada gambar di samping semua sakelar di tekan di sini S1 S2 dan S3 berperan sebagai penghubung dengan S4 sebagai pemutus,maka lampu yang menyala adalah V1 dan V2 off.

Tabel 8.1 ***(skema sederhana dengan keterangan)***

Keterangan gambar :

- Garis yang berwarna abu seperti di bawah menandakan bahwa pada rangkaian tersebut tidak berfungsi.

- Garis yang berwarna hitam seperti pada gambar di bawah menandakan bahwa pada rangkaian tersebut berungsi.

- **Tabel kebenaran :**

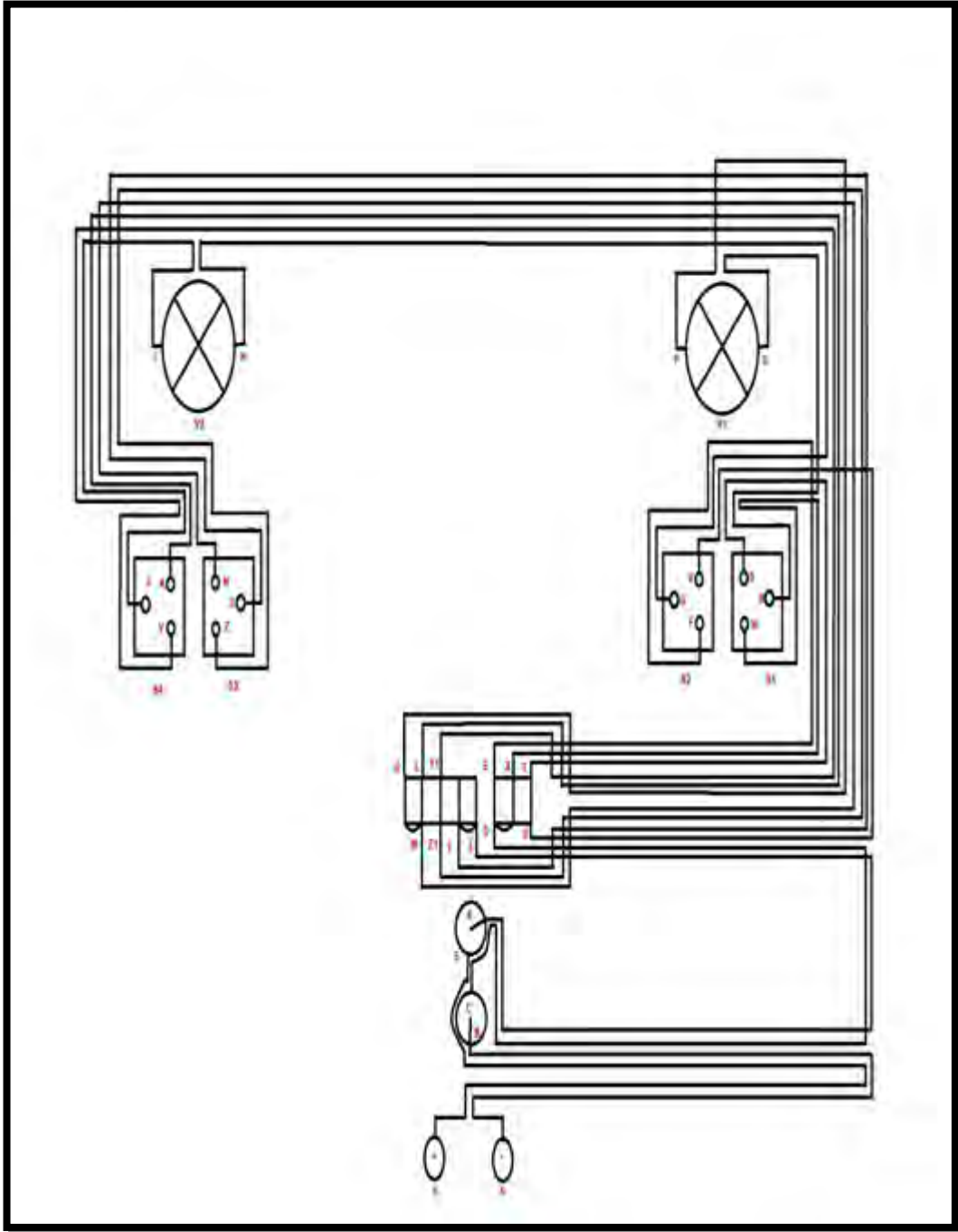
Setelah mengidentifikasi skema kerja menjadi skema sederhana maka hasil dari identifikasi di sajikan di tabel kebenaran di bawah ini :

Perco baan Ke	Sakelar 1	Sakelar 2	Sakelar 3	Sakelar 4	Lampu V1	Lampu V2
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	1	0	0	1
4	0	0	1	1	0	0
5	0	1	0	0	0	0
6	0	1	0	1	0	0
7	0	1	1	0	0	0
8	0	1	1	1	0	0
9	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	1	0	0
11	1	0	1	0	1	1
12	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	0	0	0
14	1	1	0	1	0	0
15	1	1	1	0	1	0
16	1	1	1	1	1	0

Tabel 8.2 *(tabel kebenaran)*

Keterangan : 1 = berfungsi

0 = tidak berfungsi

Gambar Pengawatan

Gambar 8.2 ***(pengawatan)***

Cable identification and Measuring (identifikasi kabel dan pengukuran)

Pada proses ini langkah- langkah identifikasi kabel dan pengukuran

- Lihat gambar pengawatan
- Setelah itu ukur panjang kabel yang di butuhkan sesuai gambar pengawatan
- Setelah itu kabel di beri identifikasi dengan menuliskan identitas sesuai gambar
- Dan hasilnya di sajikan pada table di bawah ini:

Awal	Akhir	Panjang
Banana plug + (A)	Fuse (B)	30cm
Fuse (C)	BR + (D)	40cm
BR+ (E)	S2 (F)	47cm
S2 (G)	V2 (H)	60cm
V2 (I)	S4 (J)	47cm
S4 (K)	BR- (L)	90cm
BR- (M)	S3 (N)	90cm
BR- (O)	V1 (P)	67cm
V1 (Q)	S1 (R)	54cm
S1 (S)	BR+ (T)	50cm
BR+ (U)	S2 (V)	50cm
S1 (W)	BR+ (X)	50cm
S4 (Y)	S3 (Z)	60cm
BR+ (1)	S3 (2)	80cm

BR+ (3)	Fuse (4)	38cm
Fuse (5)	Banana plug – (6)	40cm

Tabel 8.3 *(Cable identification and Measuring)*

c. Checking component

Selanjutnya lakukan pengecekan pada komponen,ini di lakukan agar kita dapat mengetahui keadaan komponen tersebut apakah berfungsi atau tidak,pengecekan di lakukan seperti berikut :

- Siapkan AVO meter
- Chek komponen dengan AVO meter
- Apabila ada komponen yang ruksak maka tukar komponen ke toolman.

d. Installating componen (pemasangan komponen)

Setelah melakukan pengecekan maka langkah yang di lakukan selanjutnya adalah pemasangan komponen,padapemasangan ini alat yang di butuhkan yaitu obeng(-) dan obeng(+) untuk memasang busbar,dan tang penjepit untuk memasang sakelar,lampu,serta fuse.

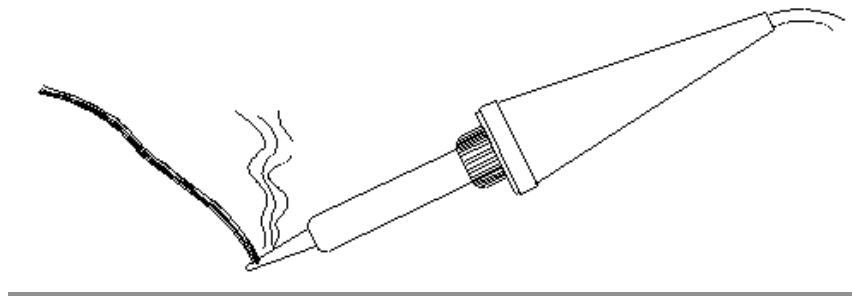
e. Wiring (pengawatan)

Pada proses pengawatan kita melakukan pengawatan dengan mengikuti gambar pengawatan yang telah di buat,pada proses pengawatan kita akan melakukan penyolderan,karena kabel di pesang dengan komponen harus di solder agar membuat rangkaian menjadi aman. Pengawatan di lakukan dengan memasang kabel yang telah d potong dan di identifikasi seusai gambar. Pada proses pengawatan terlebih dahulu memasang pada bagian busbar,ini di lakukan agar pemasangan kabel menjadi rapih dan tidak acak-acakan.

f. Soldering (penyolderan)

Penyolderan di lakukan bersamaan dengan pengawatan dan penalian,langkah-langkah penyolderan adalah sebagai berikut :

- Solder terlebih dahulu kabel yang telah di potong sesuai dengan identifikasi kabel yang telah di buat,penyolderan ini di lakukan dengan cara mengupas ujung kabel sepanjang 5mm dan ujung kabel ini di solder

- Kemudian ujung kabel yang telah di solder di pasangkan dengan komponen dan di hubungkan dengan cara di solder.
- Penyolderan di lakukan terlebih dahulu pada bagian busbar
- Dalam peroses penyolderan di perlukan kehati-hatian yang sangat tinggi yaitu sepertipenyimpanan solder yang tidak boleh sembarangan,tidak memainkan solder pada saat kerja,dan mengenakan pakaian praktek dalam penyolderan
- Setelah memasang dan menyolder pada bagian busbar selanjutnya pasang kabel sesuai dengan gambar pengawatan ke komponen yang lain
- Lakukan hingga selesai

Gambar 8.3 (soldering)

g. Lacing(penalian)

Setelah melakukan soldering selanjutnya lakukan lacing,lacing pada praktek ini yang digunakan adalah teknik tali simpul pelaut.

Gambar 8.4 ***(tali simpul pelaut)***

Untuk penalian jarak antara tali yang satu dengan yang lainnya harus selaras semua, dan pada penalian busbar ,penalian di lakukan dua tali pertama selanjutnya di tambah dua sampai semua kabel selesai di tali kan.

h. Checking (pengecekan)

Langkah yang terakhir adalah pengecekan,pengecekan di lakukan setelah rangkaian telah berhasil di rangkai. Sebelum melakukan pengecekan cek terlebih dahulu rangkaian apa ada kerusakan atau komponen yang kurang terpasang rapih.

Pengecekan pertama menggunakan AVO meter.

Setelah menggunakan AVO meter berhasil,selanjutnya yaitu pengecekan dengan menghubungkan langsung dengan arus AC.

Pada pengecekan hasilnya di hubungkan dengan table kebenaran dan pada pengecekan kelompok kami tidak terjadi kesalahan dengan analisa pada table kebenaran,pengecekan sama dengan hasil identifikasi gambar pada table kebenaran.

d.Tugas

Buatlah rangkaian sistim penerangan diatas pada panel yang telah disediakan

e.Tes Sumatif

Jelaskan prinsip kerja rangkaian diatas

f.Kunci jawaban

Pada gambar di samping S1 dan S3 di tekan, ini akanmengakibatkan V1 dan V2 menyala karena V1 dn V2 terhubung dengan sumber tegangan.

g.Lembar Kerja Peserta Didik

9.Pembelajaran Kesembilan

a. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa dapat :

1. Menjelaskan pengertian, sistem hidrolik
2. Menjelaskan hidrolik sistim pada pesawat udara
3. Menjelaskan komponen hidrolik sistem.
4. Menjelaskan penerapkan sistem hidrolik pada aleron
5. Menjelaslaskan penerapakan sistim hidrolik pada rudder

b. Uraian materi

SISTEM HIDROLIK PADA PESAWAT TERBANG

1. Pengertian Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan.Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup.Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur.

Dasar- dasar Sistem Hidrolik

1.1. Hukum Pascal

Prinsip dasar sistem hidrolik berasal dari hukum pascal, dimana tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
- Tekanan yang diberikan kesebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam ke bagian lain fluida.

2. Fungsi komponen dan simbol

Sistem hidrolik ini didukung oleh 3 unit komponen utama, yaitu:

2.1. Unit Tenaga, berfungsi sebagai sumber tenaga dengan *liquid*/ minyak hidrolik

Pada sistem ini, unit tenaga terdiri atas:

- Penggerak mula yang berupa motor listrik atau motor bakar
- Pompa hidrolik, putaran dari poros penggerak mula memutar pompa hidrolik sehingga pompa hidrolik bekerja
- Tangki hidrolik, berfungsi sebagai wadah atau penampang cairan hidrolik
- Kelengkapan (*accessories*), seperti : *pressure gauge, gelas penduga, relief valve*

2.2. Unit Penggerak (*Actuator*), berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik.

Hidrolik *actuator* dapat dibedakan menjadi dua macam yakni:

- Penggerak lurus (*linier Actuator*) : silinder hidrolik
- Penggerak putar : motor hidrolik*, rotary actuator*

2.3. Unit Pengatur, berfungsi sebagai pengatur gerak sistem hidrolik.

Unit ini biasanya diwujudkan dalam bentuk katup atau *valve* yang macam-macamnya akan dibahas berikut ini.

i. Katup Pengarah (*Directional Control Valve = DCV*)

Katup (*Valve*) adalah suatu alat yang menerima perintah dari luar untuk melepas, menghentikan atau mengarahkan fluida yang melalui katup tersebut.

Contoh jenis katup pengarah : Katup 4/3 Penggerak *lever*, Katup pengarah dengan piring putar, katup dengan pegas bias.

ii. Macam-macam Katup Pengarah Khusus

1) *Check Valve* adalah katup satu arah, berfungsi sebagai pengarah aliran dan juga sebagai *pressure control* (pengontrol tekanan)
2) *Pilot Operated Check Valve*, Katup ini dirancang untuk aliran cairan hidrolik yang dapat mengalir bebas pada satu arah dan menutup pada arah lawannya, kecuali ada tekanan cairan yang dapat membukanya.
3) Katup Pengatur Tekanan, Tekanan cairan hidrolik diatur untuk berbagai tujuan misalnya untuk membatasi tekanan operasional dalam sistem hidrolik, untuk mengatur tekanan agar penggerak hidrolik dapat bekerja secara berurutan, untuk mengurangi tekanan yang mengalir dalam saluran tertentu menjadi kecil.

   Macam-macam Katup pengatur tekanan adalah:

   a. *Relief Valve*, digunakan untuk mengatur tekanan yang bekerja pada sistem dan juga mencegah terjadinya beban lebih atau tekanan yang melebihi kemampuan rangkaian hidrolik.
   b. *Sequence Valve*, berfungsi untuk mengatur tekanan untuk mengurutkan pekerjaan yaitu menggerakkan silinder hidrolik yang satu kemudian baru yang lain.

c. *Pressure reducing valve*, berfungsi untuk menurunkan tekanan fluida yang mengalir pada saluran kerja karena penggerak yang akan menerimanya didesain dengan tekanan yang lebih rendah.

4) *Flow Control Valve*, katup ini digunakan untuk mengatur volume aliran yang berarti mengatur kecepatan gerak *actuator* (piston).

Fungsi katup ini adalah sebagai berikut:

- Untuk membatasi kecepatan maksimum gerakan piston atau motor hidrolik
- Untuk membatasi daya yang bekerja pada sistem
- Untuk menyeimbangkan aliran yang mengalir pada cabang-cabang rangkaian.

Macam-macam dari *Flow Control Valve* :

- *Fixed flow control* yaitu: apabila pengaturan aliran tidak dapat berubah-ubah yaitu melalui *fixed orifice*.
- *Variable flow control* yaitu apabila pengaturan aliran dapat berubah-ubah sesuai dengan keperluan
- *Flow control* yang dilengkapi dengan *check valve*
- *Flow control* yang dilengkapi dengan *relief valve* guna menyeimbangkan tekanan.

HYDRAULIC POWER SISTEM PADA PESAWAT TERBANG

1. Hydraulic Power SistemPada Pesawat Terbang

Hydraulic power system adalah suatu system pada pesawat terbang yang menggunakan tekanan zat cair (hydraulic) sebagai media untuk menggerakkan sistem – sistem yang terkait dengan komponen – komponen yang lain, seperti menggerakkan ground spoilers, flight spoilers, leanding gear, nose gear steering, trailing edge flaps, leading edge devices, ailerons, elevators, leanding gear brakes' rudder, dan thrust reverser.

Keunggulan dari system hydraulic adalah tenaga yang di butuhkan untuk menggerakkan flight control lebih ringan, jadi seorang pilot tidak perlu mengeluarkan tenaga yang besar dalam menggerakkan control kolom.

2. Prinsip Dan Hukum Yang Di Aplikasikan Dalam System Hydraulic

a. Perinsip Bernauli berbunyi besaran total energi dalam aliran benda cair tetap konstan, pertambahan kecepatan akan menghasilkan pengurangan tekanan.

b. Hukum Paskal berbunyi bila dalam suatu ruang tertutup yang berisi fluida bagaimanapun bentuk dinding ruangan itu, tekanan terhadap fluida yang diberikan akan diteruskan oleh fluida tersebut keseluruh arah dengan besar yang sama. Gaya tekan tersebut akan selalu tegak lurus pada dinding ruangan tersebut.

3. Jenis – Jenis Fluida Hydraulic

Cairan hydraulic adalah media yang memungkinkan terjadinya peralihan tekanan dan energi yang juga berfungsi sebagai media pelumasan, sehingga mengurangi gesekan yang terjadi pada bagian – bagian komponen yang bergerak. Jenis – jenis cairan hydraulic :

a. Mineral base oil

MIL – H – 5606, merupakan prodak dari minyak bumi dan berwarna merah , banyak digunakan pada system terutama system yang tidak menimbukan api, seperti flap dive system dan shock strut.

Sifatnya :

- Mudah terbakar
- Tidak beracun
- Jarak jelajahnya rendah
- Berguna sebagai pelumas
- Tidak bersifat merusak

b. Phosphate ester base oil

Skydrol BMS 3 – 11, merupakan prodak synthetic atau buatan, berwarna ungudan dipakai diseluruh system hydraulic di pesawat terbang.

Sifatnya :

- Mudah terkontaminasi
- Dapat merusak bagian komponen
- Dapat mengelupas cat pesawat
- Tidak mudah terbakar tetapi beracun

4. Komponen- Komponen Hydraulic System

a. Reservoir berfungsi sebagai tangki penampungan cairan hydraulic yang terdiri dari tigareservoir yaitu masing – masing untuk System A, System B, dan Standby System.
b. Hydraulic pump berfungsi untuk menghisap dan menyalurkan (memompa) tekananhydraulic ke system.
c. Pressure modul berfungsi untuk mengatur dan mengolah hydraulic pressure yang keluar dari hydraulic pump sebelum masuk ke sub system.
d. Return modul berfungsi untuk mengatur dan mengolah hydraulic pressure setelah digunakan oleh sistem dan dilengkapi dengan filter.
e. Case drain berfungsi untuk mengalirkan tekanan hydraulic langsung ke return modulmelalui head exchanger ketika tekanan hydraulic tidak lagi digunakan oleh system.
f. Head exchanger berfungsi untuk mendinginkan cairan hydraulic yang melalui case drain.
g. Ground interconnect valve berfungsi untuk menghubungkan atau mengalirkan tekananhydraulic dari hydraulic system B ke hydraulic system A pada saat di ground.
h. Hydraulic shut off valve berfungsi untuk memutuskan aliran dari tekanan hydraulic.

i. Hydraulic panel berfungsi untuk mengontrol dan mengoperasikan hydraulic system.
j. Check valve berfungsi untuk mengalirkan tekanan hydraulic ke satu arah.
k. Relief valve berfungsi untuk membuang tekanan hydraulic yang berlebihan.
l. Balance line berfungsi sebagai penghubung dan menyalurkan pneumatic bleed air darireservoir system A ke reservoir system B dan reservoir standby system.

5. Reservoir Pressurization System

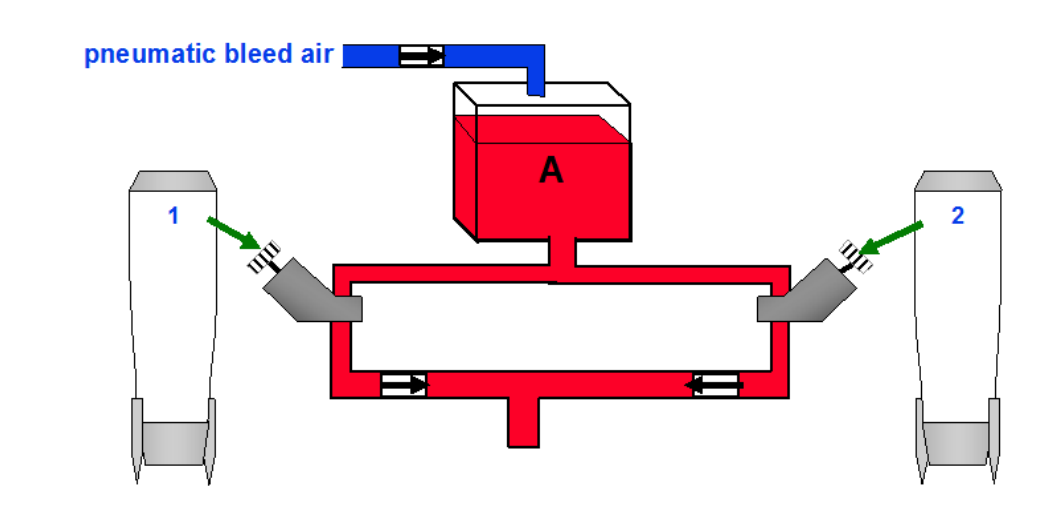
Reservoir pressurization system adalah suatu system yang berfungsi untuk memberikan positif pressure dan mencegah terjadinya negatif pressure serta menghindari terjadinya foaming (membusa) karena kelebihan udara.

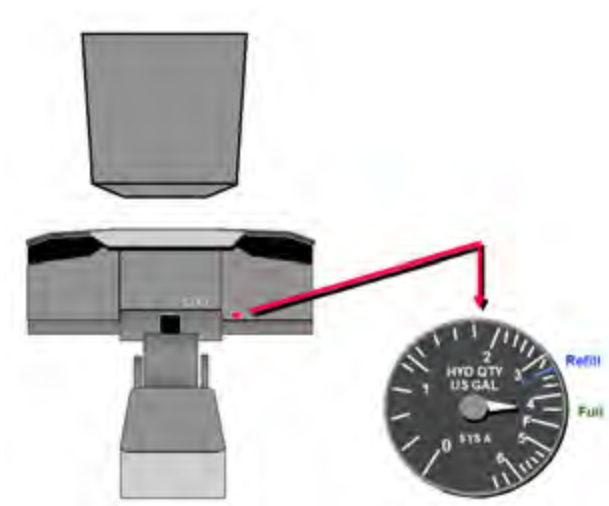
Pressure pada hydraulic system reservoir disuplai malalui ground air, engine no 1 dan engine no 2 pada stage 13, dengan melewati air manifold. Tekanan tadi melewati air pressure filter gunanya untuk menyaring tekanan udara , kemudian diteruskan ke air pressure regulator fungsinya untuk mengatur tekanan udara supaya konstan pada tekanan 40 – 45 Psi yang di tunjukkan oleh air pressure gauges indikator, kemudian tekanan masuk ke hydraulic reservoir system A lalu ke system B dan Standby system degan melewati balance line.

Jika tekanan udara melebihi 40 – 45 Psi, maka tekanan udara akan dikeluarkan melalui Relief valve.

Drain fitting digunakan jika mau mengeluarkan tekanan udara pada saat penggantian komponen yang rusak.

6. Hydraulic System A

Hydraulic pressure system A menggunakan dua buah engine driven pump yang terletak di engine no1 dan engine no2 dengan tekanan 3000 Psi. Untuk meredam kejutan dari engine driven pump maka di pasang Ripple Damper.

Gambar 9.1 ***(Hydraulic pressure system A)***

Reservoir system A terletak di wheel well, reservoir pressurization berasal dari pneumatic bleed air. Hydraulic fluid quantity full 4,6 gallon dan saat refill 3,4 gallon

Gambar 9.2 ***(instrument Hydraulic pressure system A)***

Hydraulic system A digunakan untuk menggerakkan :

- Nose Wheel Steering
- Inboard Brake
- Left Aileron
- Left Elevator
- Inboard Flight Spoiler
- Rudder
- Leanding Gear
- Thrust Reverse
- Ground Spoiler
- Inboard Flaps, dll
- Leading Edge Flaps

Keterangan gambar :

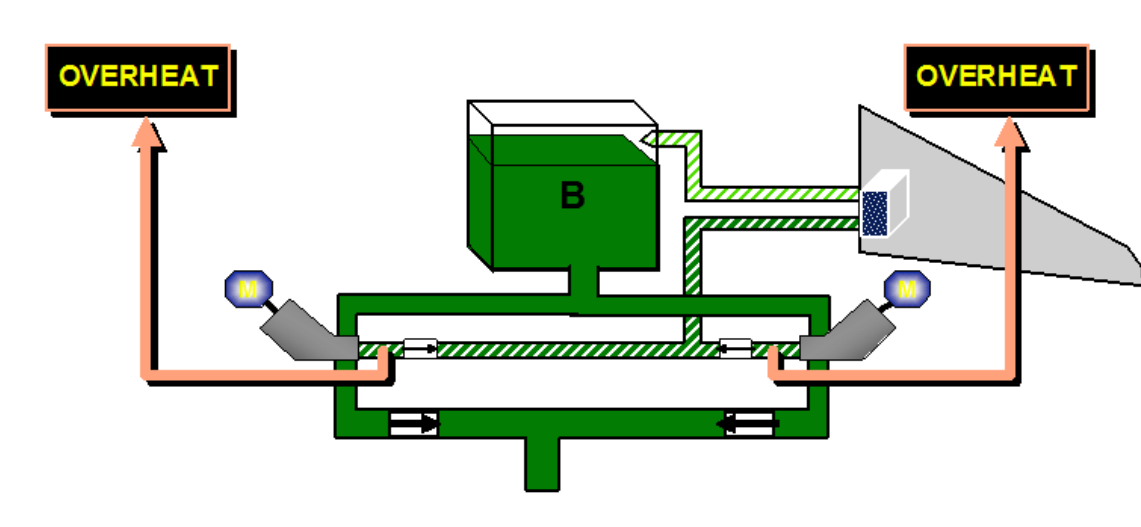
Cairan hydraulic dari reservoir dipompa dan dialirkan oleh engine drivenpump ke pressure modul.Di dalam pressure modul terdapat PS (PRESSURE SWITCH) dan PR (PRESSURE RELIVE).

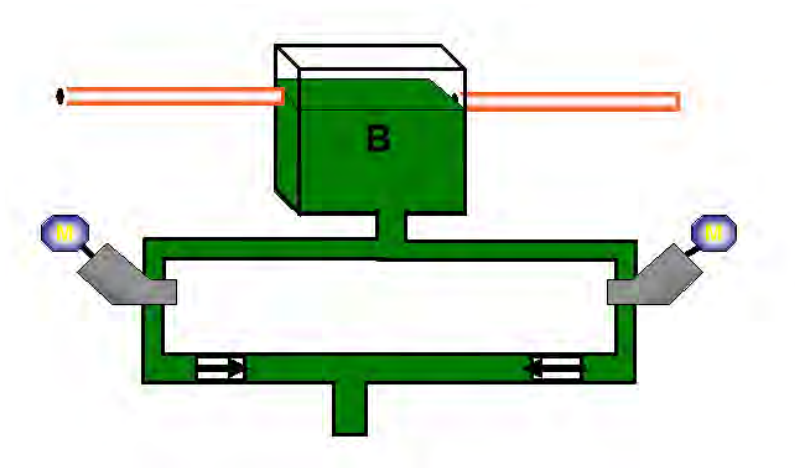
- PS fungsinya memonitor setiap pressure yang dihasilkan oleh pump, apabila pressure yang diinginkan tidak tercapai atau kurang, maka low pressure warning light akan menyala.

- Pressure relive valve akan bekerja jika pressure pada pressure modul lebih besar dari pada yang ditentukan, maka valve akan terbuka untuk mencegah terjadinya over pressure, dan bila pressure kembali normal maka valve akan tertutup secara otomatis. Pada tekanan 3500 Psi, relive valve akan terbuka dan cairan hydraulic langsung di teruskan ke return modul dan akan tertutup dibawah tekanan 3100 Psi.

- Setelah diolah dan diatur tekananya dalam pressure modul maka tekanan tersebut disalurkan ke Sub System. Setelah digunakan oleh system maka cairan hydraulic akan dikembalikan ke reservoir melalui case drain lalu masuk ke head exchanger yang terletak di left wing untuk didinginkan terlebih dahulu. Setelah dari head exchanger, cairan hydraulic di alirkan ke return module, setelah dari return module cairan hydraulic masuk kembali ke reservoir dan siap untuk digunakan kembali.

7. Hydraulic System B

Hydraulic pressure system B menggunakan dua buah electric motor pump dengan tekanan normal 3000 Psi sama dengan system A. Untuk mengoprasikan Electric motor pump membutuhkan daya sebesar 115 V AC. Sebagian cairan hydraulic pada system B juga digunakan untuk pelumasan dan pendinginan electric driven pump, electric driven pump memiliki thermal switch yang berfungsi sebagai pengaman panas, jika cairan hydraulic yang melewati pompa terlalu panas, maka OVERHEAT light yang berada di hydraulic control panel akan menyala.

Gambar 9.3 ***(Hidraulic pressure system B)***

System B menggunakan dua buah acoustik filter yang berfungsi untuk meredam suara dari electric driven pump

Gambar 9.4 ***(Hidraulic pressure system B v.2)***

Hydraulic system B reservoir pressurization berasal dari system A reservoir. Isi cairan hydraulic di reservoir system B 1,3 US gallon.

Hydraulic system B digunakan untuk menggerakkan :

- Right Aileron	- Out Board Brake
- Right Elevator	- Out Board Flight Spoiler
- Rudder	- dll

Keterangan gambar :

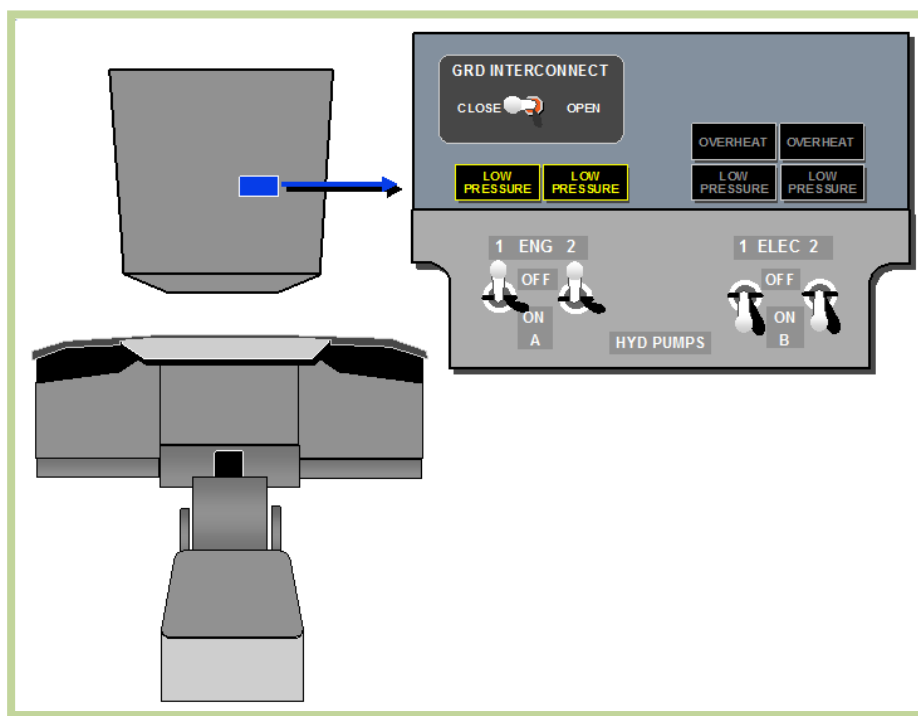
Skema system B pada dasarnya sama dengan system A, yaitu cairan hydraulic dari reservoir dipompa dan dialirkan oleh electric drivenpump ke pressure modul. Di dalam pressure modul terdapat PS (PRESSURE SWITCH) dan PR (PRESSURE RELIVE).

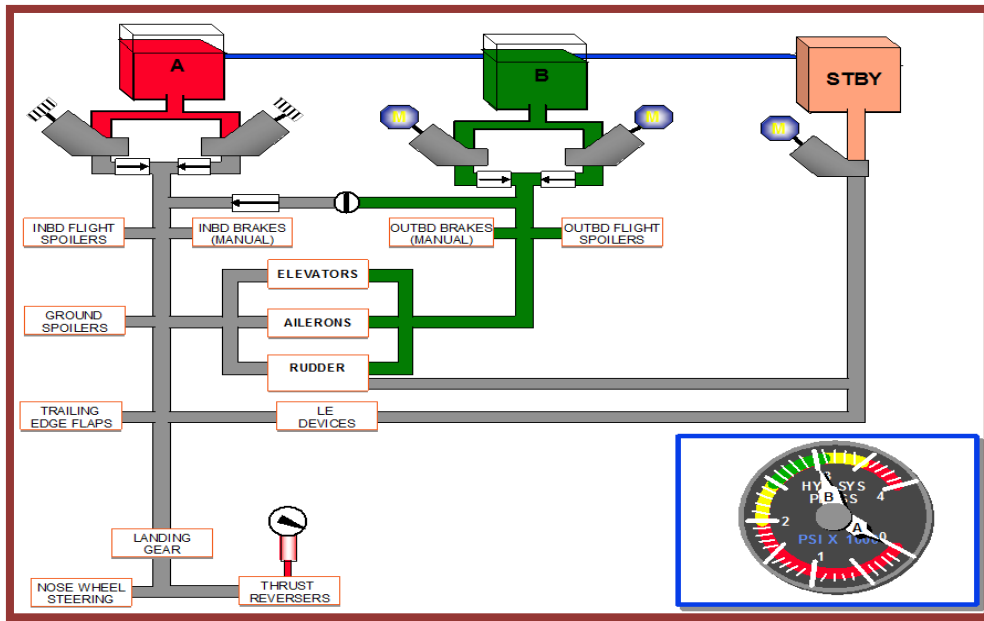
- PS fungsinya memonitor setiap pressure yang dihasilkan oleh pump, apabila pressure yang diinginkan tidak tercapai atau kurang, maka low pressure warning light akan menyala.

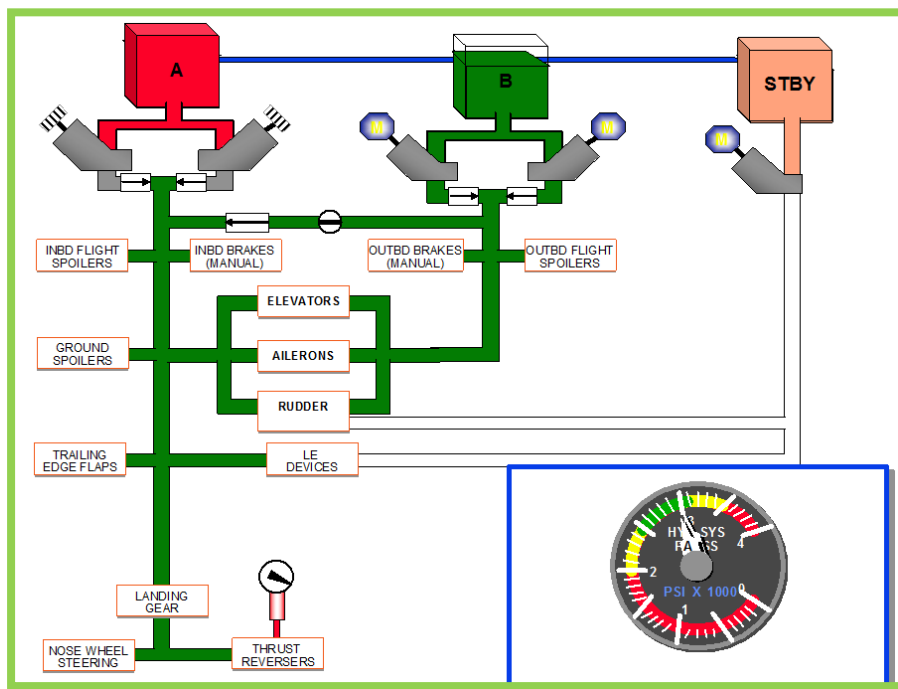
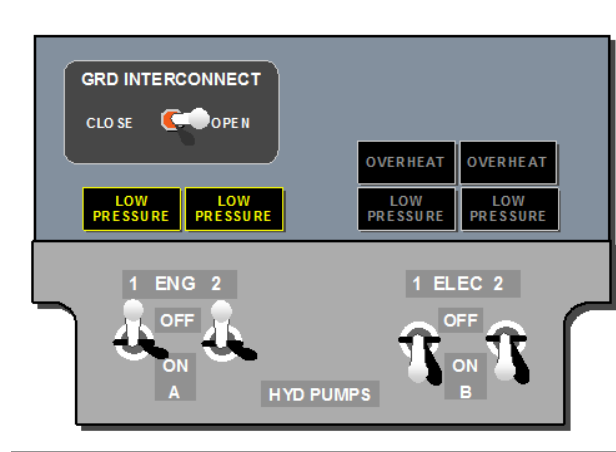
- Pressure relive valve akan bekerja jika pressure pada pressure modul lebih besar dari pada yang ditentukan, maka valve akan terbuka untuk mencegah terjadinya over pressure, dan bila pressure kembali normal maka valve akan tertutup secara otomatis. Pada tekanan 3500 Psi, relive valve akan terbuka dan cairan hydraulic langsung di teruskan ke return modul dan akan tertutup dibawah tekanan 3100 Psi.

- Setelah diolah dan diatur tekananya dalam pressure modul maka tekanan tersebut disalurkan ke Sub System. Setelah digunakan oleh system maka cairan hydraulic akan dikembalikan ke reservoir melalui case drain lalu masuk ke head exchanger yang terletak di right wing untuk didinginkan terlebih dahulu. Setelah dari head exchanger, cairan hydraulic di alirkan ke return module, setelah dari return module cairan hydraulic masuk kembali ke reservoir dan siap untuk digunakan kembali, namun bedanya dengan hydraulic system A , hydraulic system B dilengkapi dengan ground interconnect yang berfungsi untuk memberikan tekanan hydraulic dari system B ke sub system yang menggunakan tekanan hydraulic dari system A. Ground interconnect digunakan pada saat pesawat berada di ground

8. Ground Interconnect

a. Ground interconnect switch terpasang di atas hydraulic control panel di cockpit.
b. Normalnya Ground interconnect switch berada pada posisi close.

Gambar 9.5 *(ground interconnect close potition)*

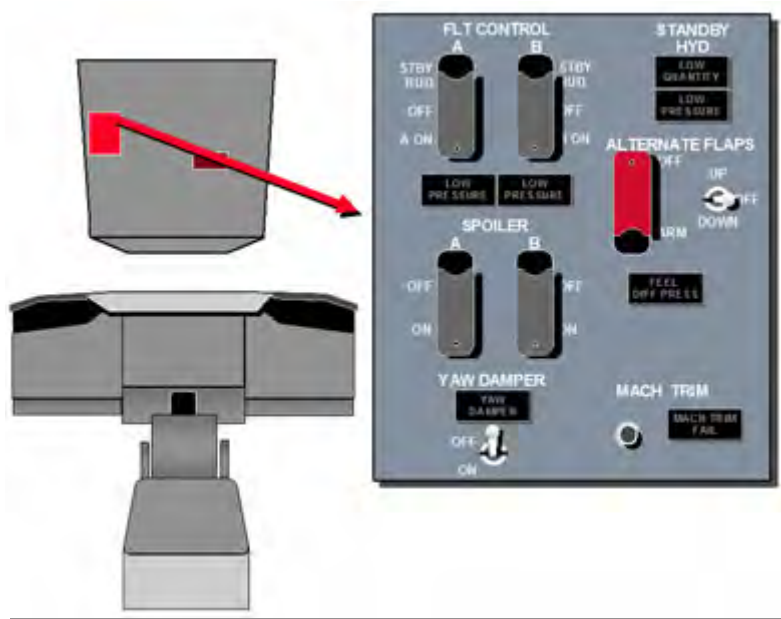
Untuk mengaktifkan ground interconnect valve maka hidraulic pump system A harus dalam posisi OFF dan hidraulic pump system B harus dalam posisi ON

Gambar 9.6 ***(skema untuk mengaktifkan ground interconnect)***

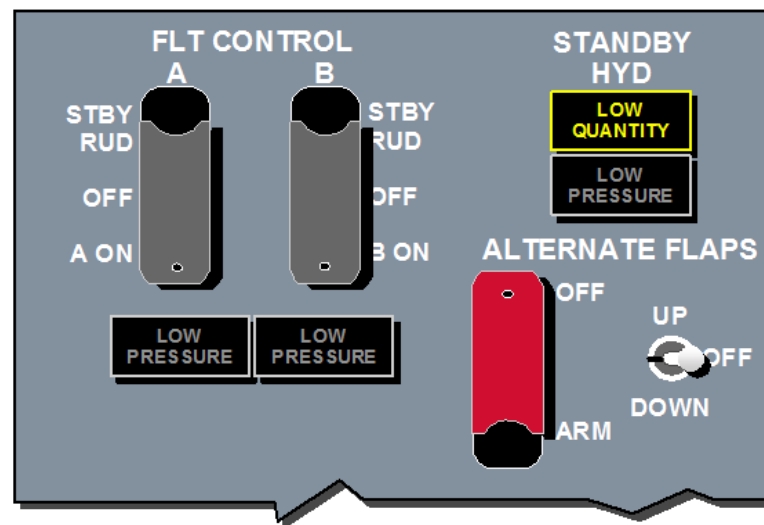
Ground interconnect valve hanya akan terbuka saat pesawat berada di ground dengan mengaktifkan parking brake. Saat ground interconnect valve terbuka maka hidraulic pump system B akan memberikan pressure pada system A dan system B dan engine driven pumps low pressure light akan menyala.

Gambar 9.7 ***(skema ground interconnect dalam posisi ON)***

Gambar 9.8 ***(ground interconnect open potition)***

9. Hydraulic Standby System

Hydraulic standby system adalah suatu system hydraulic yang digunakan pada saat emergency yaitu pada saat hydraulic system A dan system B tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Hydraulic standby system hanya menggerakkan rudder, leading edge devices, thrust reversers.

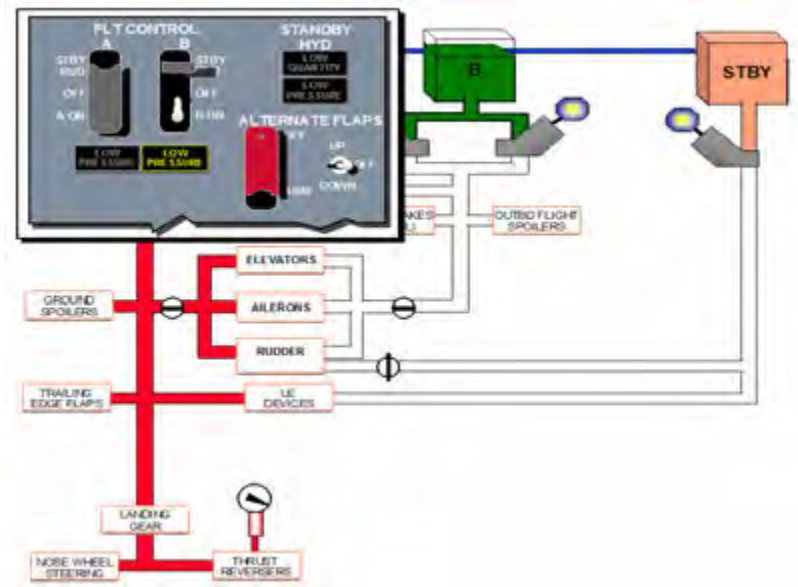
Hydraulic standby system reservoir mendapatkan positif pressure dari bleed air yang melewati balance line. Isi cairan hydraulic di reservoir standby system 1,9 US gallon. Hydraulic pressure standby system menggunakan satu buah electric motor pump dengan tekanan normal kira-kira 2900 Psi. Untuk mengoprasikan Electric motor pump membutuhkan daya sebesar 115 V AC.

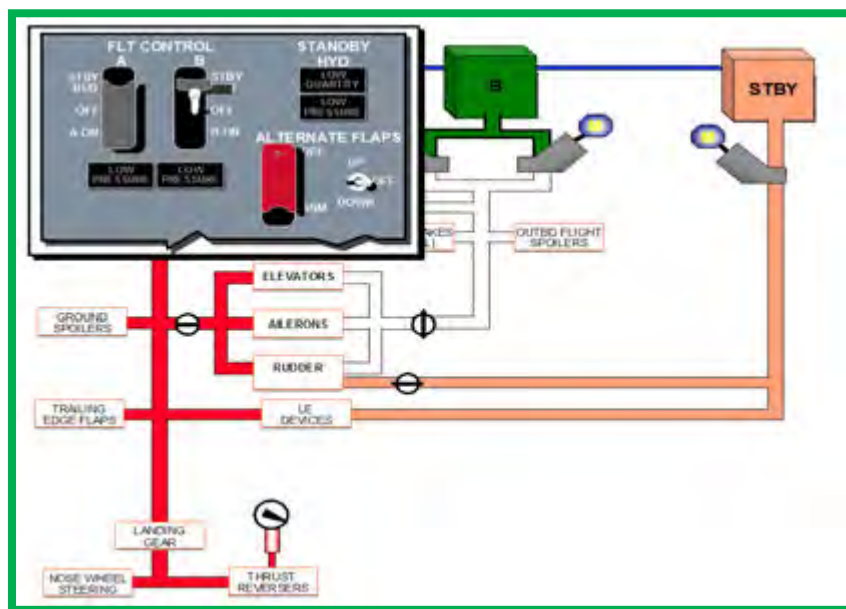
Untuk mengaktifkan standby system maka harus mengaktifkan tiga switch di flight control panel yang terletak di sebelah kiri dari overhead panel

Gambar 9.9 ***(mengaktifkan standby system)***

Standby system memiliki sensor low quantity dan low pressure light yang terdapat pada standby system control panel. Lampu low quantity akan menyala jika cairan hydraulic pada reservoir standby system berkurang dan lampu low pressure akan menyala jika tekanan dari standby pump kurang.

Gambar 9.10 ***(lampu low quantity menyala)***

Cara 1 mengaktifkan standby system :

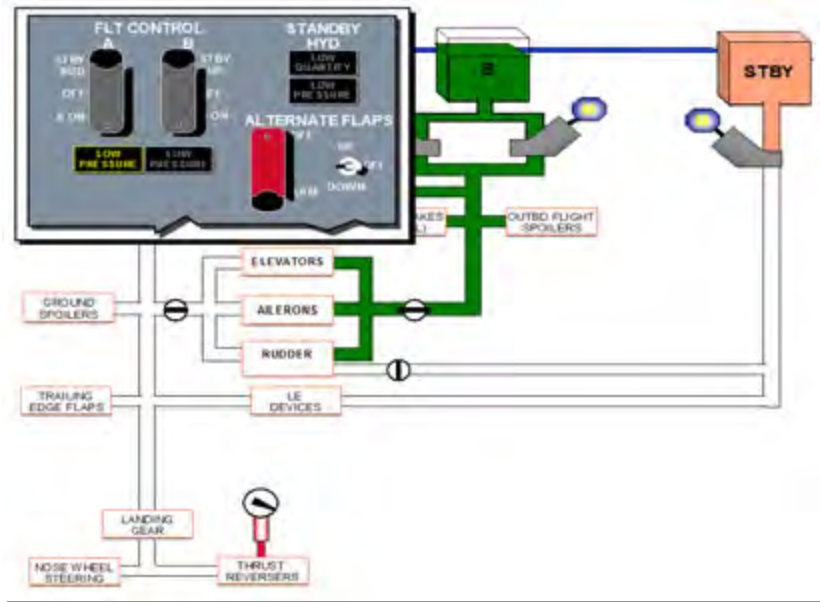
SYSTEM B FAILED

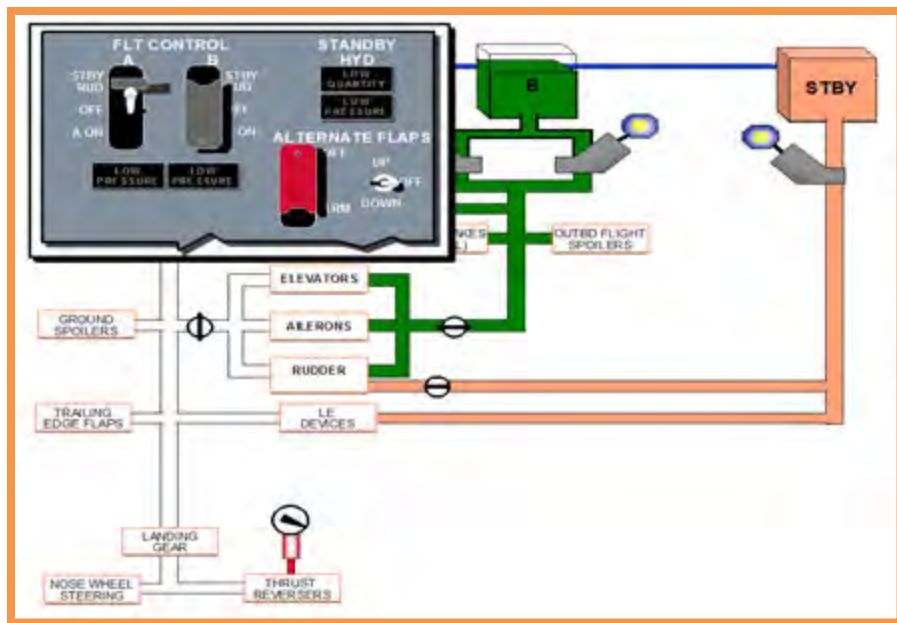
Saat sistem B tidak bekerja low pressure light system B akan menyala.

Gambar 9.11 ***(skema system B failed off)***

Dalam keadaan normal shutoff valve standby rudder tertutup. Pada saat flight switch di arahkan pada posisi standby rudder, standby pump akan bekerja, shutoff valve standby rudder akan terbuka dan low pressure light system B akan mati, maka standby system hydraulic pressure akan membackup rudder dan leading edge devices.

Gambar 9.12 ***(skema system B failed on)***

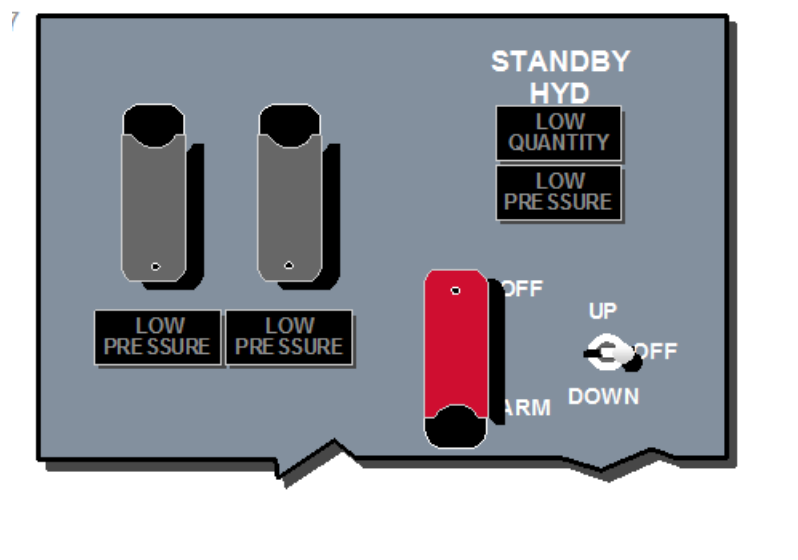
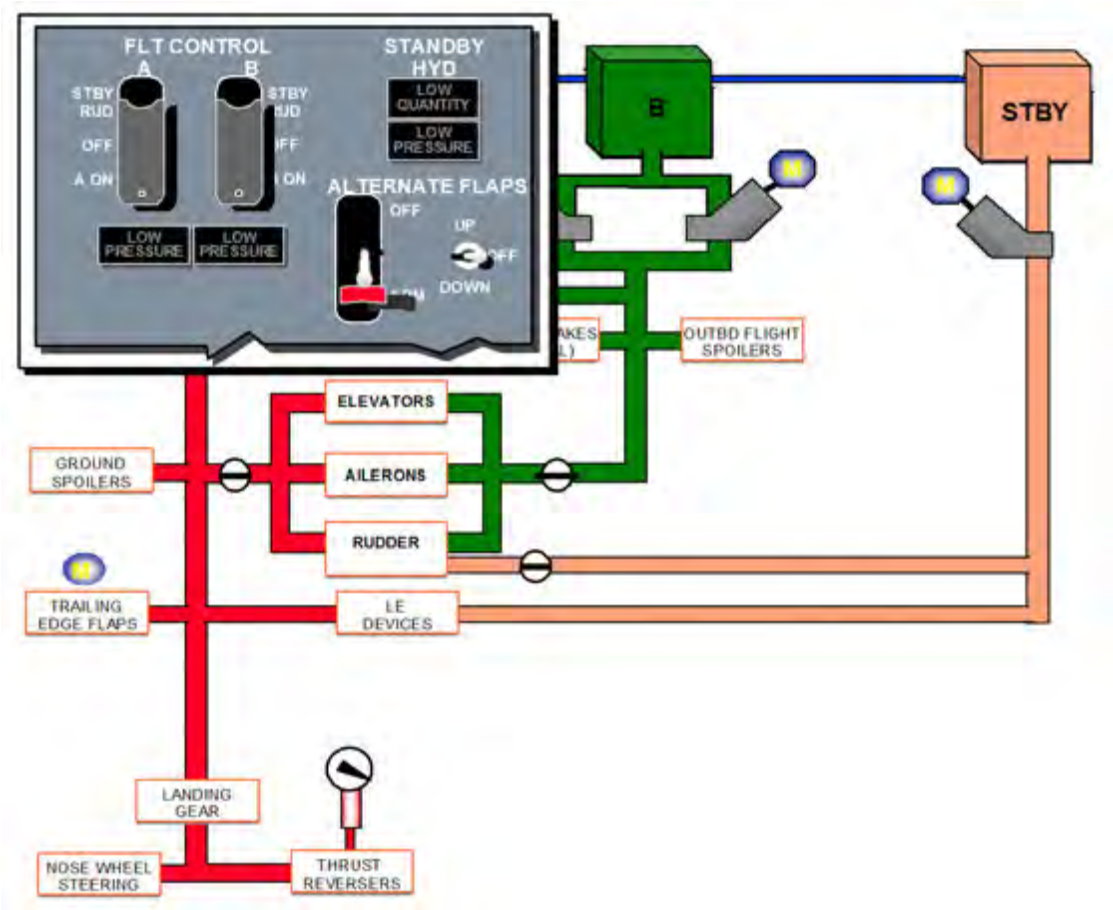
Cara 2 mengaktifkan standby system :

SYSTEM A FAILED

Saat system A tidak bekerja low pressure light system A akan menyala

Gambar 9.13 *(skema system A failed off)*

Pada saat flight switch di arahkan pada posisi standby rudder, standby pump akan bekerja, shutoff valve standby rudder akan terbuka dan low pressure light system A akan mati, maka standby system hydraulic pressure akan membackup rudder, leading edge devices, dan thrust reversers.

Gambar 9.14 *(skema system A failed on)*

Cara 3 mengaktifkan standby system :

Posisikan switch **ALTERNATE FLAPS** ke ARM, maka shutoff valve standby rudder akan terbuka dan motor pada flap akan bekerja. Flap akan extended jika switch UP/OFF/DOWN di aktifkan.

Gambar 9.15 ***(switch alternate flaps ARM potition)***

Gambar 9.16 ***(skema switch alternate flaps ARM potition)***

Keterangan gambar :

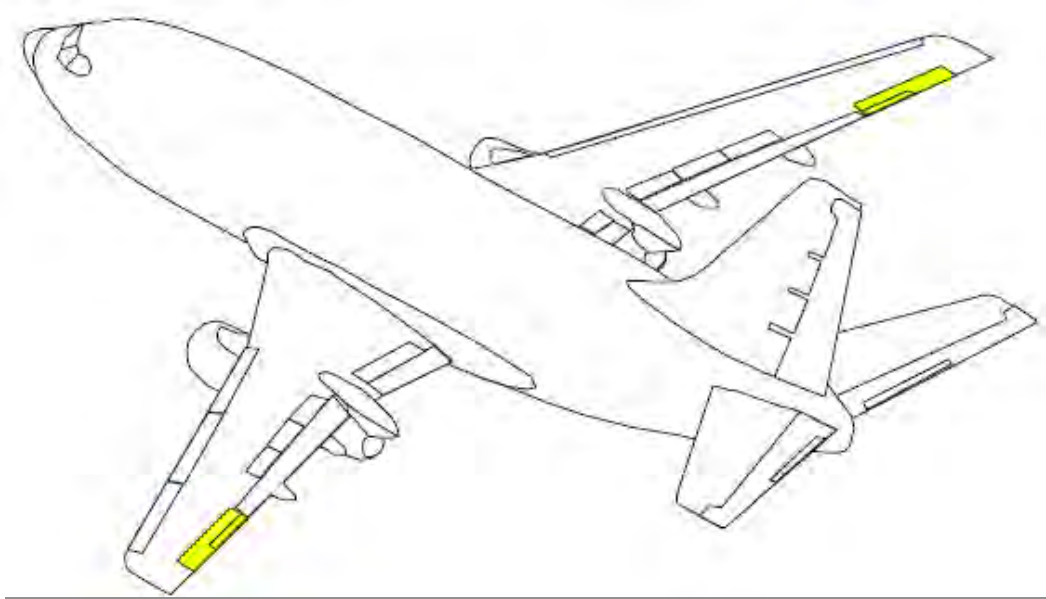
Skema dari standby system , yaitu cairan hydraulic dari reservoir

dipompa dan dialirkan oleh electric motor pump ke pressure modul. Di dalam pressure modul terdapat PS (PRESSURE SWITCH) dan PR (PRESSURE RELIVE).

- PS fungsinya memonitor setiap pressure yang dihasilkan oleh pump, apabila pressure yang diinginkan tidak tercapai atau kurang, maka low pressure warning light akan menyala.

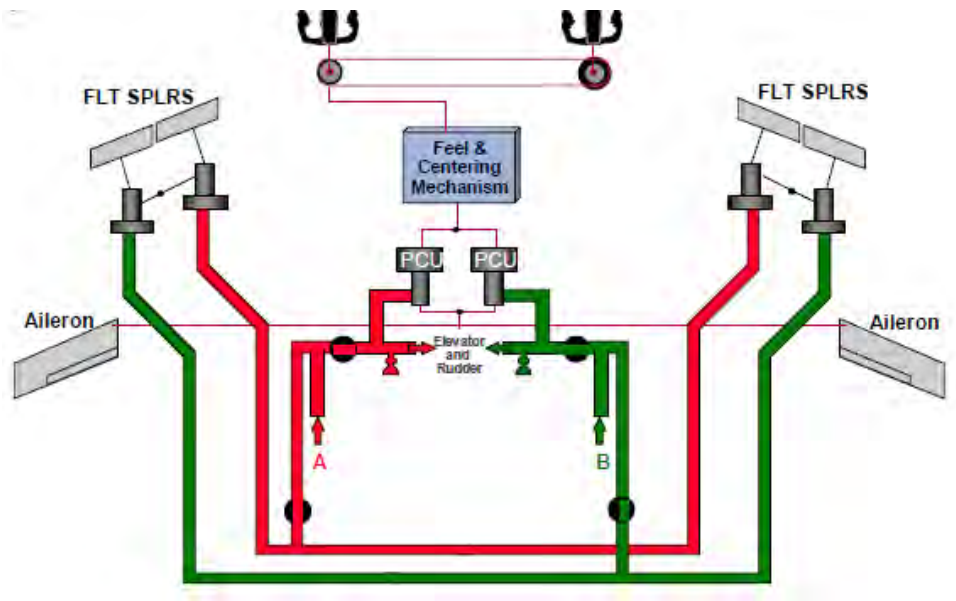
- Pressure relive valve akan bekerja jika pressure pada pressure modul lebih besar dari pada yang ditentukan, maka valve akan terbuka untuk mencegah terjadinya over pressure, dan bila pressure kembali normal maka valve akan tertutup secara otomatis.

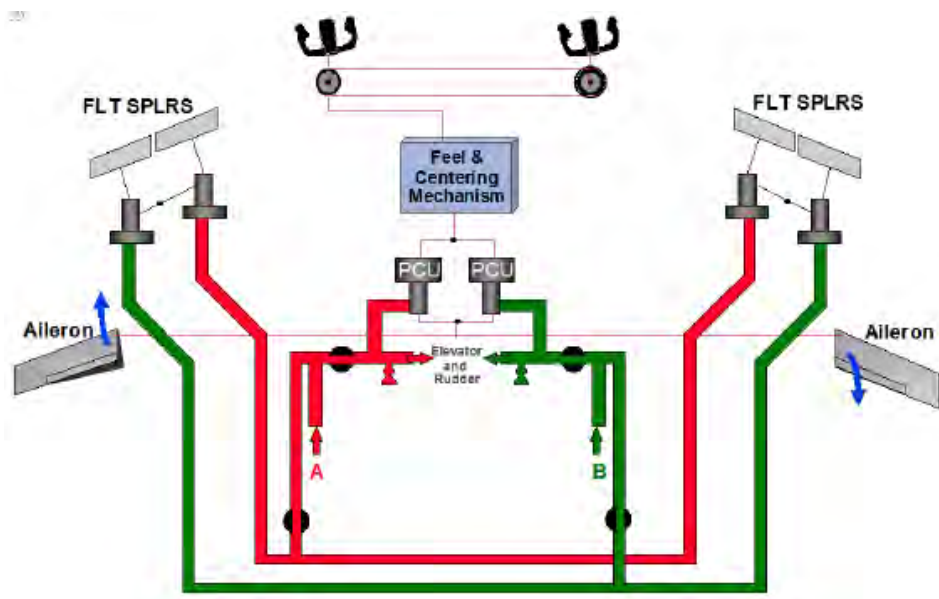
- Setelah dari pressure modul lalu hydraulic pressure masuk ke sub system, setelah dari sub system hydraulic akan kembali ke reservoir.

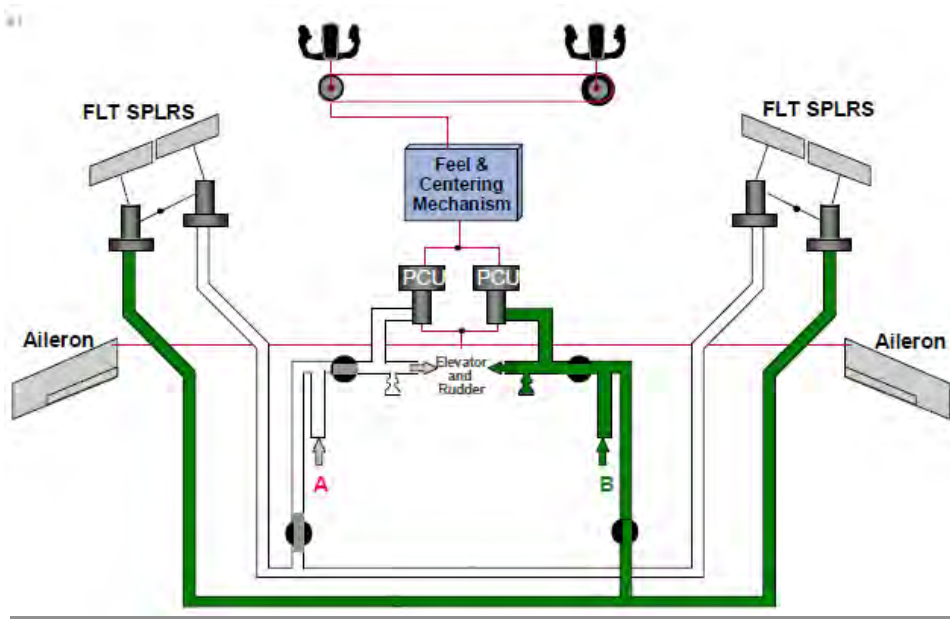
10. Aileron

Gambar 9.17 *(aileron potition)*

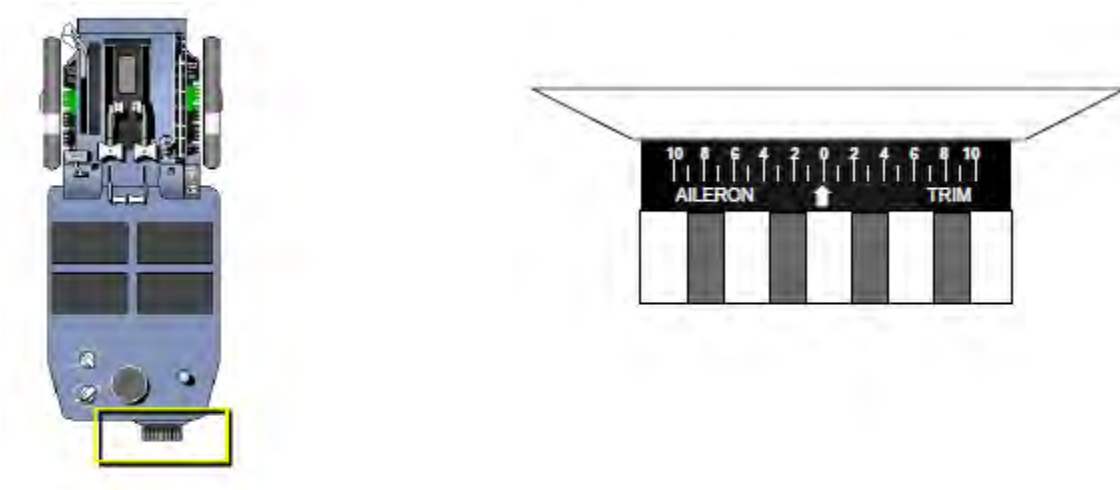
Dalam keadaan normal aileron digerakkan oleh control coloum yang terdapat di cocpit suatu pesawat terbang, aileron berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika melakukan gerakan rolling. Gerakan aileron dibackup oleh dua system hidraulic yaitu system A dan system B. Jika salah satu dari kedua system hidraulic mengalami kerusakan / gangguan, aileron akan tetap bekerja secara normal karena gerakan aileron bersifat antagonis atau berlawanan. Aileron juga memiliki balance tabs yang berfungsi membantu gerakan aileron.

11. Penerapan System Hidraulic Pada Aileron

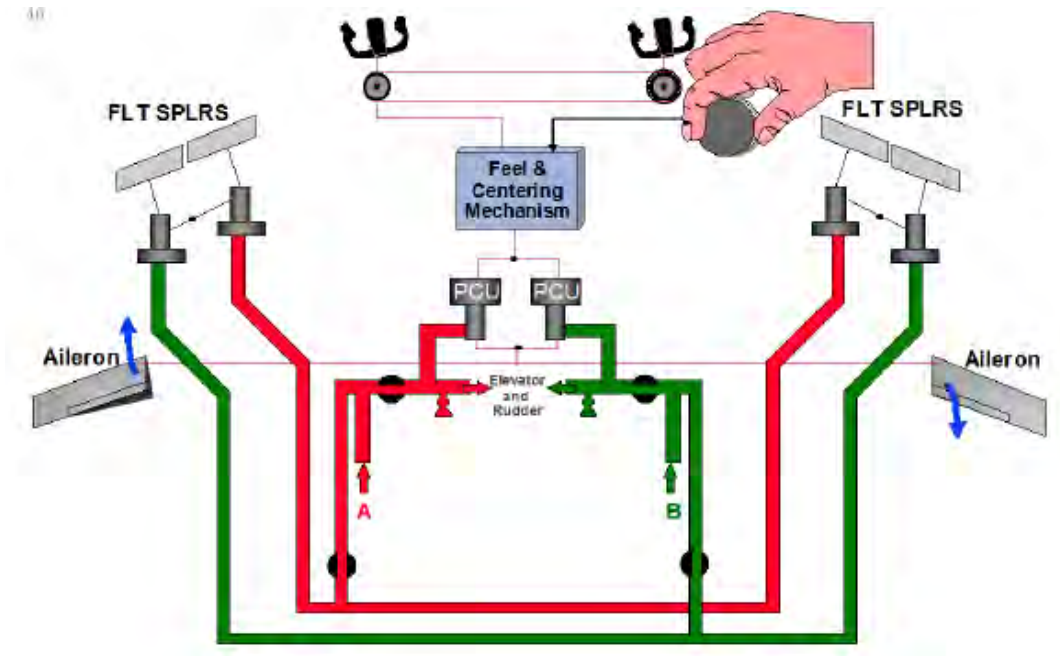
Saat control wheel di gerakkan, cable dari control wheel akan memberikan perintah kemudian diteruskan ke Feel & Centering Mechanismlaluke **PCU** (power control unit) untuk menggerakkan aileron. PCU ini digerakkan oleh hidraulic pressure

Gambar 9.18*(Skema System Hidraulic Pada Aileron)*

Saat control wheel di gerakkan, PCU akan menggerakkan cable, gerakan dari cable akan menggerakkan kedua aileron ke posisi naik dan turun secara berlawanan.

Gambar 9.19 *(Skema* System Hidraulic Pada Aileron *Saat control wheel di gerakkan)*

Jika dalam pengoprasian aileron salah satu dari system hidraulic mengalami kerusakan. Anggaplah system A mengalami kerusakan, tidak akan menjadi masalah yang besar karena hidraulic pressure system B masih dapat mengoprasikan PCU yang nantinya akan menggerakkan aileron secara berlawanan. Begitu juga sebaliknya jika system B yang mengalami kerusakan.

Gambar 9.20*(Skema System Hidraulic Pada Aileron mengalami kerusakan)*

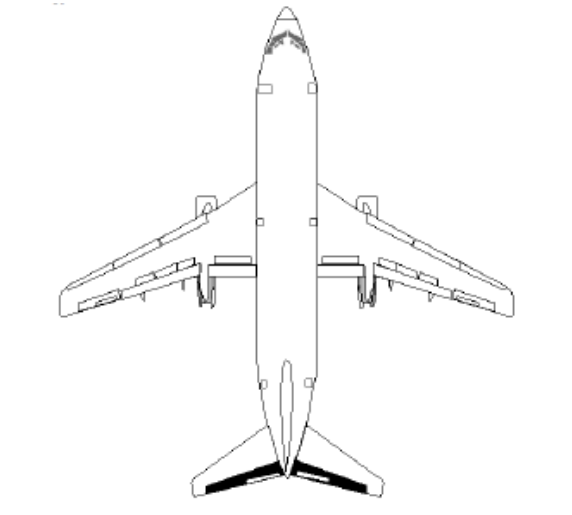
Aileron trim digunakan untuk membantu control wheel dalam menggerakkan aileron. Aileron trim terlatak di bagian belakang dari cocpit control stand. Gerakan dari aileron trim seirama dengan gerakan control wheel / control coloum.

Gambar 9.21 *(instrument Aileron Trim)*

Pada saat aileron trim digunakan Feel & centering mechanism membuat control wheel dan aileron berada dalam posisi netral. Putaran aileron trim kekiri dan kekanan diteruskan ke Feel &

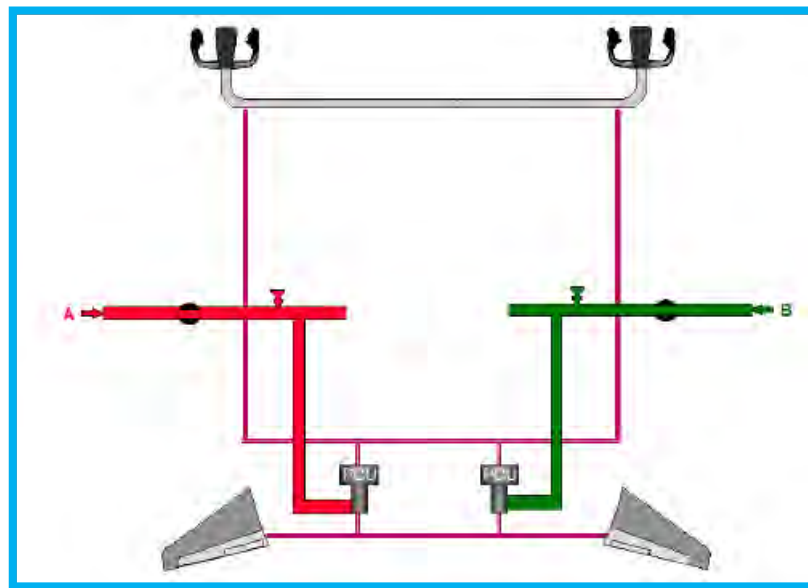
centering mechanism lalu ke PCU untuk menggerakkan aileron dan tetap menggunakan hydraulic pressure.

Gambar 9.22 *(Skema* System Hidraulic Pada Aileron *Saat menggunakan trim)*

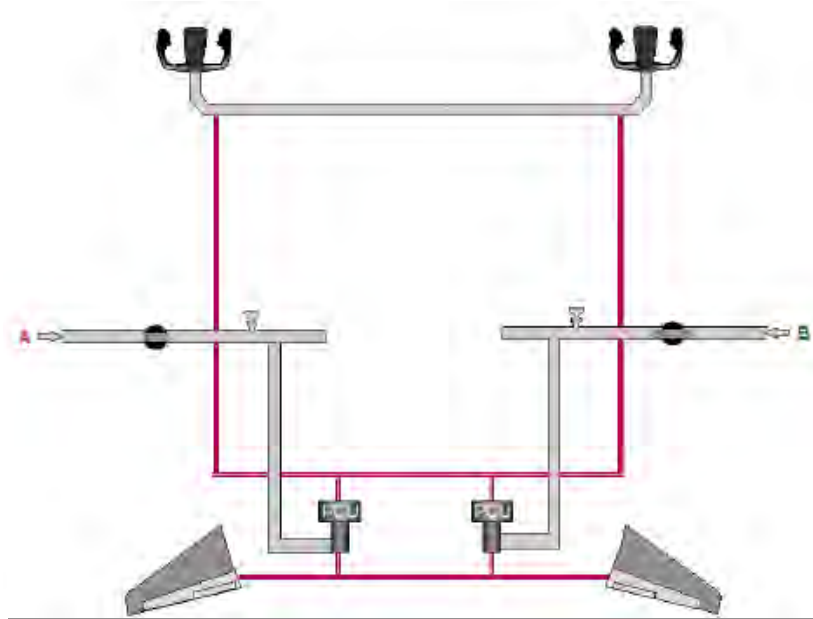
Dalam keadaan tidak normal, system A dan systemB mengalami kerusakan. Pilot tetap dapat menggerakkan aileron dengan menggunakan control columns, tapi pilot harus mengeluarkan tenaga yang sangat besar karena sudah tidak ada bantuan dari PCU yang digerakkan memakai tekanan hydraulic.

1I. ELEVATOR

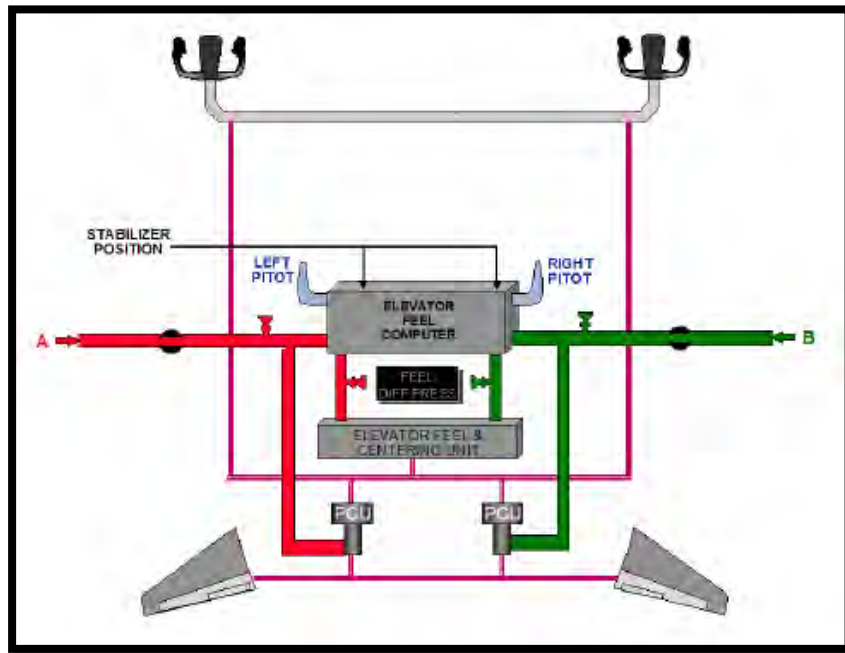
Dalam keadaan normal elevator digerakkan oleh controlcolumnsyang terdapat di cocpit suatu pesawat terbang dengan cara ditekan atau ditarik kebelakang, elevator berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika mau melakukan gerakan pitch. Gerakan elevator dua system hidraulic yaitu system A dan system B dibackup oleh. Elevator juga memiliki balance tabs yang berfungsi membantu menyeimbangkan gerakan elevator.

Gambar 9.23 ***(elevator potition)***

1. **Penerapan System Hidraulic Pada Elevator**

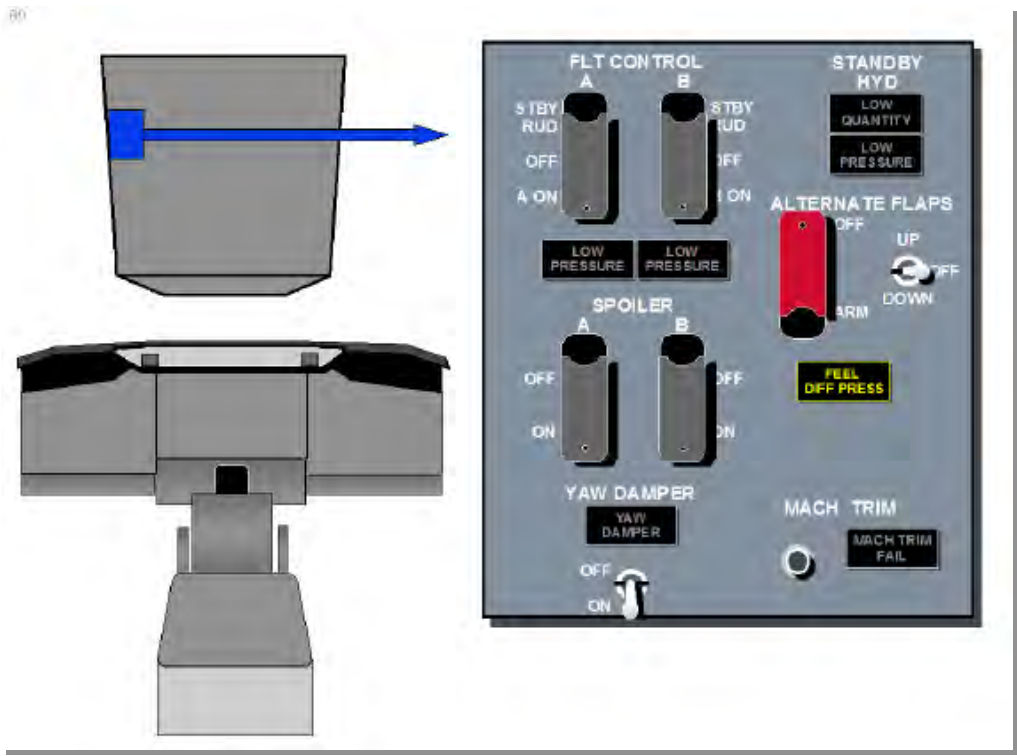
Secara normal gerakan controlcolumns baik itu ditarik atau di tekan akan di teruskan oleh cable ke elevator PCU (power control unit). Gerakkan PCU akan menggerakkan elevator melalui cable yang terhubung ke elevator.

Gambar 9.24 ***(skemaSystem Hidraulic Pada Elevator)***

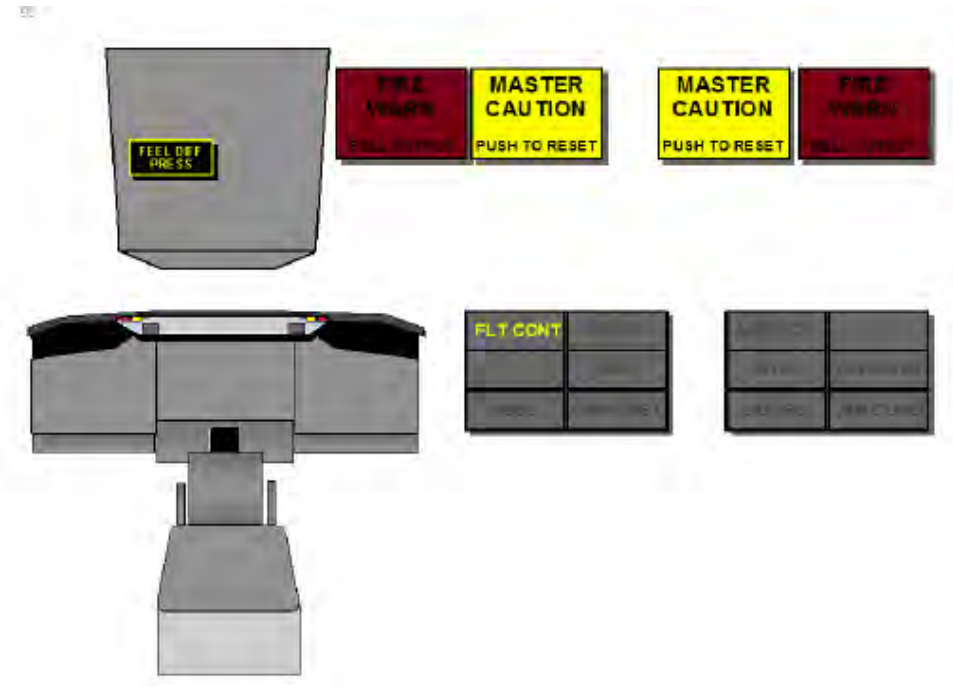
Apabila salah satu PCU tidak bekerja atau salah satu system hydraulic mengalami kerusakan, gerakan elevator akan tetap bekerja secara normal. Jika kedua PCU tidak bekerja atau kedua system hydraulic mengalami kerusakan, elevator tetap dapat digerakkan melalui controlcolumns secara manual, tanpa bantuan PCU.

Gambar 9.25 ***(skemaSystem Hidraulic Pada Elevator mengalami kerusakan)***

Elevator feel system berfungsi untuk memberikan tanda pada penerbang jika terjadi kesalahan / perbedaan beban aerodinamik pada elevator. Dalam memberikan tanda pada penerbang, elevator feel system menerima 3 input dari :

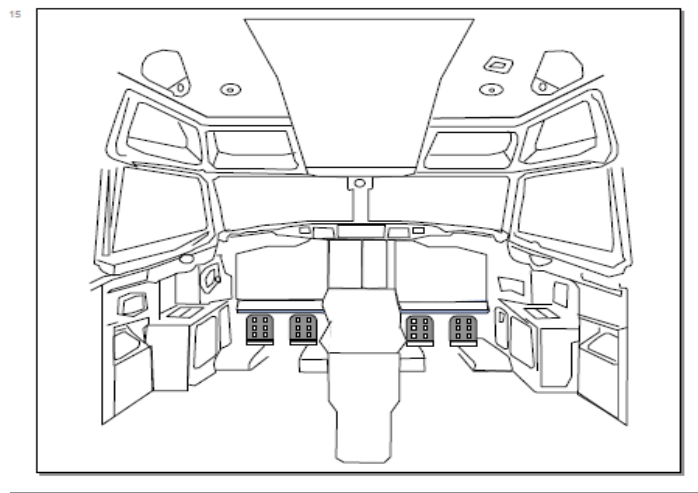
1. Input dari sensor posisi horizontal stabilizer
2. Input dari pitot probes yang dipasang di vertical stabilizer
3. Input dari hidraulic system A dan B

Gambar 9.26 *(skema elevator feel system)*

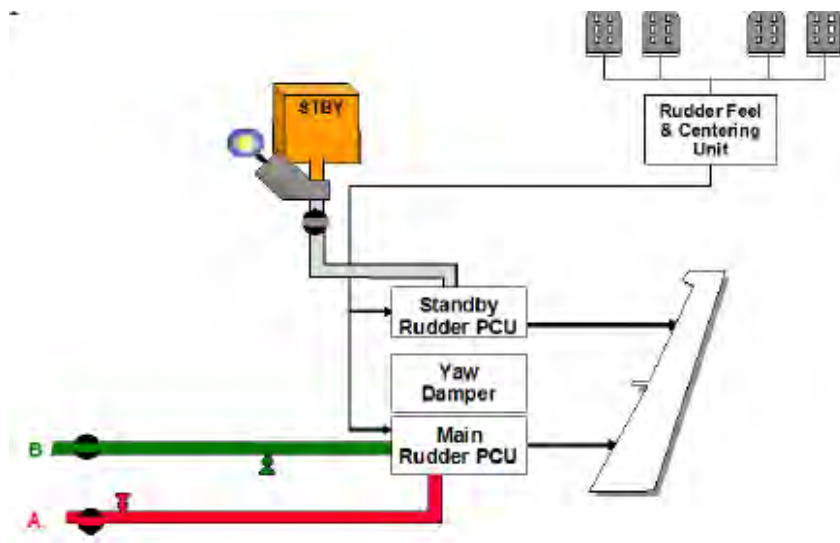
Sewaktu waktu terjadi perbedaan input dari 3 input yang masuk ke elevator feel system, lampu feel differential pressureakan menyala.

Lokasi lampu feel differential pressure berada di hydraulic/ flight control panel, di sebelah kiri dari overhead panel.

Gambar 9.27 ***(posisi tombol feel differential)***

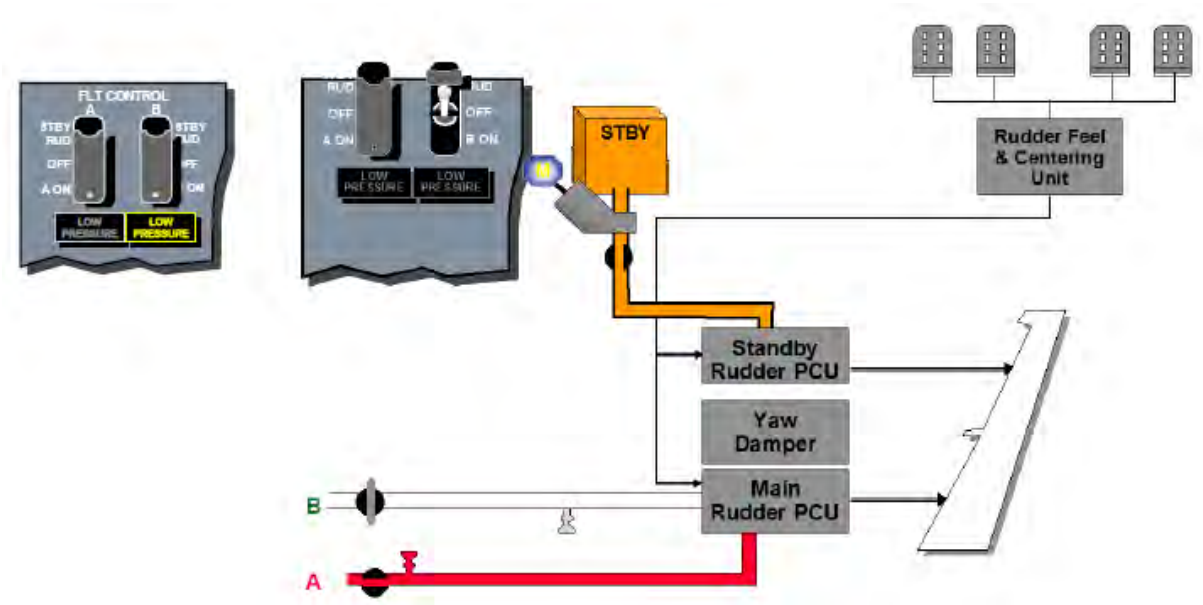
Saat lampu feel differential pressure menyala, lampu MASTER CAUTION dan FLT CONT annunciator ikut menyala.

Gambar 9.28 ***(instrument saat feel differential pressure menyala)***

2. RUDDER

Rudder digerakkan oleh pedal rudder yang terdapat di cocpit pesawat *terbang, rudder* berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika melakukan gerakan yawing. Gerakan rudder dibackup oleh dua system hidraulic yaitu system A dan system B, tapi jika salah satu dari kedua system hidraulic atau keduanya mengalami kerusakan / gangguan, rudder akan tetap bekerja secara normal karena gerakan rudder juga dibackup oleh standby system.

Gambar 9.29 ***(posisi pedal rudder)***

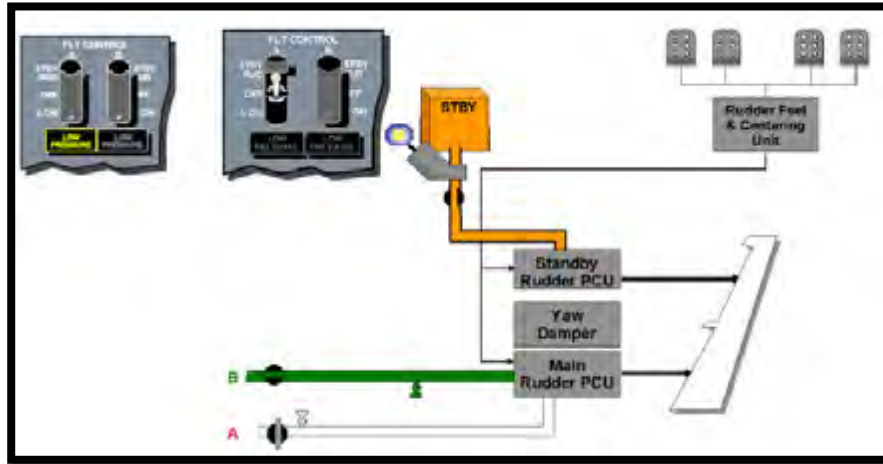
Secara normal rudder akan bergerak saat pedal ditekan baik yang kiri atau kanan, tekan itu kemudian diteruskan ke feel ¢ering unit. feel& centering unit ini akan mengatur berapa derajad gerakan rudder, sesuai dengan tekanan yang diberikan ke pedal. Gerakan mekanik dari feel & centering unit di teruskan untuk menggerakkan rudder PCU (power control unit) dan standby rudder PCU, lalu diteruskan untuk menggerakkan rudder. PCU ini digerakkan oleh hidraulic pressure.

Gambar 9.30 ***(skemaSystem Hidraulic Pada rudder)***

1. SYSTEM B FAILED

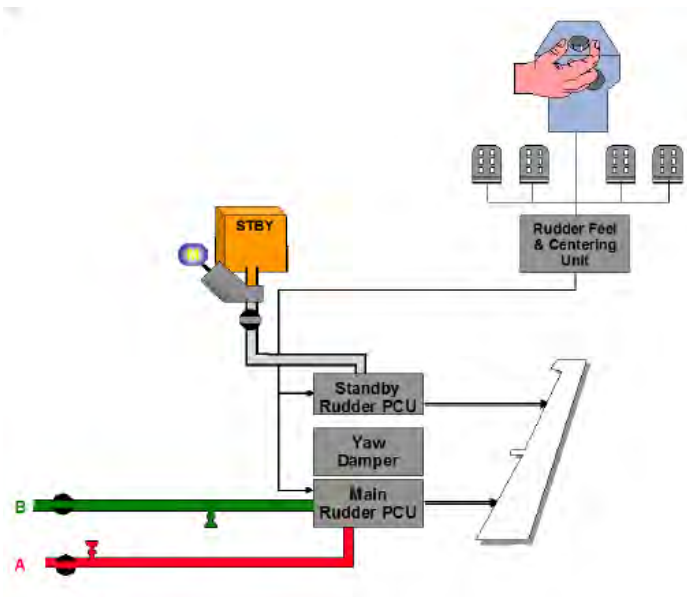
Jika dalam pengoprasian rudder, salah satu dari system hidraulic mengalami kerusakan. Anggaplah system B mengalami kerusakan, lampu low pressure system B akan menyala. Untuk mengantisipasinya maka posisikan flight control switch system B ke posisi standby rudder.

Gambar 9.31 *(posisi standby rudder)*

Pada saat flight control switch system B di arahkan ke posisi standby rudder, shutoff valvestandby system akan terbuka dan valve system B tertutup sehingga standby hidraulic pressure akan menggerakkan standby rudder PCU. Gerakan standby rudder PCU akan membantu main rudder PCU dalam menggerakkan rudder.Karena standby system hydraulic sudah bekerja, lampu low pressure system B akan mati yang menandakan pressure sudah normal.

2. SYSTEM A FAILED

Pada saat system A yang mengalami masalah atau kerusakan, lampu low pressure system A akan menyala, maka untuk mengatasinya posisikan flight control switch system A ke posisi standby rudder.

Gambar 9.32 ***(system A failed mengalami kerusakan)***

Setelah flight control switch system A berada pada posisi standby rudder, shutoff valvestandby system akan terbuka dan valve system A tertutup sehingga standby hidraulic pressure akan menggerakkan standby rudder PCU. Gerakan standby rudder PCU akan membantu main rudder PCU dalam menggerakkan rudder. Karena standby system hydraulic sudah bekerja, lampu low pressure system A akan mati yang menandakan pressure sudah normal.

Rudder trim digunakan untuk membantu control pedal dalam menggerakkan rudder ke posisi yang di inginkan (biasanya ke posisi netral). Rudder trim terlatak di bagian belakang dari cocpit control stand. Gerakan dari rudder trim seirama dengan gerakan control pedal.

Gambar 9.33 ***(skemaSystem Hidraulic Pada rudder saat menggunakan trim)***

C. RANGKUMAN

1. Pengertian Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan

Cairan hydraulic adalah media yang memungkinkan terjadinya peralihan tekanan dan energi yang juga berfungsi sebagai media pelumasan, sehingga mengurangi gesekan yang terjadi pada bagian – bagian komponen yang bergerak.

1. Hydraulic System A

Hydraulic pressure system A menggunakan dua buah engine driven pump yang terletak di engine no1 dan engine no2 dengan tekanan 3000 Psi

1. Hydraulic System B

Hydraulic pressure system B menggunakan dua buah electric motor pump dengan tekanan normal 3000 Psi sama dengan system A.

1. Hydraulic Standby System

Hydraulic standby system adalah suatu system hydraulic yang digunakan pada saat emergency yaitu pada saat hydraulic system A dan system B tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Hydraulic standby system hanya menggerakkan rudder, leading edge devices, thrust reversers

aileron berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika melakukan gerakan rolling. Gerakan aileron dibackup oleh dua system hidraulic yaitu system A dan system B

g, elevator berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika mau melakukan gerakan pitch. Gerakan elevator dua system hidraulic yaitu system A dan system B

Rudder digerakkan oleh pedal rudder yang terdapat di cocpit pesawat *terbang, rudder* berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika melakukan gerakan yawin

d.Tugas

1. Jelas kan penerapan sistem hidrolik pada pesawat udara?
2. Jelaskan komponen-komponen hidrolik
3. Jelaskan hidrolok system A

e. Tes

elevator feel system menerima 3 input dari :

1. Bagaimana prinsip kerja system hidrolik yang terpasang pada aileron?
2. Bagaimana prinsip kerja system hidrolik yang terpasang pada elevator

f.Kunci jawaban

elevator feel system menerima 3 input dari :

1. Input dari sensor posisi horizontal stabilizer
2. Input dari pitot probes yang dipasang di vertical stabilizer
3. Input dari hidraulic system A dan B

1.aileron salah satu dari system hidraulic mengalami kerusakan. Anggaplah system A mengalami kerusakan, tidak akan menjadi masalah yang besar karena hidraulic pressure system B masih dapat mengoprasikan PCU yang nantinya akan menggerakkan aileron secara berlawanan. Begitu juga sebaliknya jika system B yang mengalami kerusakan.

2.Rudder digerakkan oleh pedal rudder yang terdapat di cocpit pesawat *terbang, rudder* berfungsi untuk mengemudikan pesawat ketika melakukan gerakan yawing. Gerakan rudder dibackup oleh dua system hidraulic yaitu system A dan system B, tapi jika salah satu dari kedua system hidraulic atau keduanya mengalami kerusakan / gangguan, rudder akan tetap bekerja secara normal karena gerakan rudder juga dibackup oleh standby system.

g.Lembaran Kerja Peserta Didik

BAB. III

EVALUASI

A. Attitudeskill

No.	Nama	Aspek Penilaian					Total nilai
		Penggalian informasi dari media	Kesesuaian materi	Menghargai pendapat orang lain	Bekerja sama dg orang lain	mengendalikan diri	
1							
2							

Kriteriapenskoran :

Angka 3 : baik – aktif/logis rasional

Angka 2 : cukup

Angka 1 : kurang

Skor : $\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}}$ x nilai maksimal = 100

Contoh : $\frac{3 + 2 + 3 + 3 + 2}{15} \times 100 = \frac{13}{15} \times 100 = 87$

B. Kognitif skill

Pilihan Ganda

1. Pengaman sistem apabila terjadi hubungan pendek atau beban lebih adalah………
   a. Time relay c. fuse e. MCB
   b. Button d. Swicthgear.
2. Currrent Limiter alat pengaman sistem listrik apabila terjadi…..
   a. Reserve current c. Over voltage e. under voltage

b. Over current d. Under voltage

3. Jika suatu mesin pemindah barang mengalami kelebihan beban mekanis, komponen yang berfungsi memutuskan rangkaian adalah …..

a. MCB c. TDR e. Sekering

b. Kontaktor d. Overload

4. Dioda adalah salah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai…….

a. Pengaman c. Penyearah e. Pengaman

b. Penstabil d. Pengontrol

9. Komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar pada rangkaian water level control (WLC) adalah

a. Resistor c. Transistor e. Dioda

b. Kapasitor d. Konduktor

10. Di dalam SCR terdapat bagian-bagian komponen dengan tiga pemicu, yaitu …..

a. Anoda, Katoda dan Gate
b. Kolektor, Emitor dan Basis
c. Anoda, Katoda dan Kolektor
d. LASCR, GCS dan SCS
e. Crowbar SCR, Anoda dan Katoda

11. Di dalam sirkuit menjumpai busbar merupakan sumber distribusi listrik akan disalurkan kestiap beban(lood) merupakan penerapan dari hukum ……….

a. Lend c. Faraday e. Ohm

b. Kichoff d. Ampere

12. Yang termasuk beban listrik pada pesawat udara adalah sebagai berikut kecuali……

a. Navigation light
b. Radio unit
c. Landing gear light
d. Flap motor
e. Generator

13. Kawat atau kabel listrik dibuat dengan ketetapan ukuran seperti ketetapan AWG (American Wire Gage) , ukuran kabel yang paling besar pada pernyataan di bawah ini adalah……….

a. 40 c. 25 d. 10

b. 50 e. 00

14. yang termasuk keuntungan-keuntungan dari pembangkit listrik AC, adalah …..

a. Tidak mudah diparalelkan
b. Tidak memerlukan komutator
c. Memerlukan switching yang rumit
d. Untuk komunikasi dan navigasi diperlukan frekuensi yang konstan
e. Masih memerlukan DC sebagai sistem kontrol

15. Di bawah ini yang termasuk kerugian-kerugian dari pembangkit listrik AC, adalah …..

a. Tidak mudah diparalelkan
b. Tidak memerlukan komutator
c. Memerlukan switching yang rumit
d. Untuk komunikasi dan navigasi diperlukan frekuensi yang konstan
e. Masih memerlukan DC sebagai sistem kontrol

16. Untuk keperluan navigasi diperlukan arus AC dengan tegangan …..

a. Beban AC 3 fasa 200 V-400 Hz
b. Beban AC 1 fasa 115 V-400 Hz
c. Beban AC 1 fasa 26 V-400 Hz

d. Beban DC 28 V
e. Beban DC 26 V

17. Jaringan yang dapat diputuskan apabila bebean arus listrik berada dalam keadaan darurat
a. Jaringan vital
b. Jaringan penting
c. Jaringan sekunder
d. Jaringan utama
e. Jaringan non esensial

18. Penyediaan /jaringan untuk segala keperluana dalam menjamin kondisi waktu terbnagpada keadaan darurat
a. Jaringan vital
b. Jaringan penting
c. Jaringan sekunder
d. Jaringan utama
e. Jaringan non esensial

19. Sumber-sumber listrik DC pada pesawat kecil, kecuali …..
a. Tranformator c. Alternator e. Regulator
b. Motor d. Airborne

20. Tegangan baterai yang digunakan dan menggantikan fungsi sumber listrik jika tidak tersedia GPU adalah …..
a. 115 V c. 220 V e. 28 V
b. 24 V d. 200 V

21. Sebutanlain untuk APU adalah …..
a. GPU c. GTE e. RMI
b. VOR d. ADF

22. APU control terletak di …..
a. Transponder c. CDI e. RMI
b. HSI d. Cockpit

23. Penyediaan tenaga listrik sangat utama (VITAL) adalah untuk keperluan ….
a. Pendaratan darurat.
b. Leanding
c. Transponder
d. Ordinance light

24. Pada pesawat udara keperluan listrik untuk mengoperasikan ordinance light disuplai dari jaringan ……
a. Essential 115 volt AC
b. Secondary 115 volt AC
c. Essential 26 volt AC
d. Essential 28 volt DC
e. Secondary 28 volt AC

25. bawah ini yang merupakan beban pada jaringan sekunder (kurang penting/non essential) adalah …..
a. Torque indicator
b. External lighting and communication
c. Oil press indicator
d. Standby artificial horizon
e. Ordinance light

26. Alat yang digunakan dalam proses pemasangan/penguncian terminal lug, pin dan socket, serta splice pada kabel yang telah dikupas adalah …..
a. Lacing type c. Wire stripper e. Lacing tape
b. Crimping tool d. Looming board

27. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyolderan adalah, kecuali …..

a. Jarak antar ujung isolasi kabel dengan konduktor kabel yang disolder, ketentuannya (+ 1mm)
b. Kapabilitas solder dan timah
c. Banyak timah
d. Tingkat kepanasan solder
e. Lama penyolderan

28. Looming adalah …..
a. Tali yang panjang dan tidak terputus untuk mengikat kabel menjadi satu sepanjang grup atau bundle
b. Proses penyusunan atau pengikatan kabel sehingga tersusun dalam beberapa grup atau bundle
c. Pengikatan grup atau bundle menjadi satu dengan cara penalian menyilang
d. Penyusunan dua atau lebih kabel-kabel menjadi satu bundle yang dilengkapi dengan simbol-simbol sistem
e. Hubungan listrik dari peralatan listrik ke konstruksi utama pesawat udara

29. Fungsi-fungsi komponen yang digunakan dalam praktikum instalasi penerangan yaitu, kecuali …..
a. Busbar untuk penghubung arus masuk dan arus yang keluar
b. MCB untuk pengaman rangkaian dari arus beban lebih
c. Saklar toggle berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus
d. Lampu sebagai penunjuk, apakah rangkaian bekerja dengan baik atau tidak
e. Barret sebagai sumber tegangan

30. Wire (kawat) adalah …..
a. Penghantar listrik dua atau lebih yang masing-masing terbungkus bahan isolasi yang terpisah dan terbungkus dalam satu isolasi
b. Hubungan listrik pada dua atau lebih sambungan dari konstruksi pesawat terbang untuk menyamakan muatan listrik apabila terjadi perbedaan tegangan listrik
c. Alat yang digunakan untuk mengupas kabel
d. Penghantar listrik yang terbungkus bahan isolasi kemudian dibungkus dengan anyaman logam
e. Sebuah penghantar pasif yang tergabung menjadi satu dan terbungkus dengan isolasi

31. Tali yang panjang dan tidak terputus dimana pada jarak tertentu diikatkan pada kabel menjadi satu sepanjang grup atau bundle adalah …..
a. Looming
b. Lacing
c. Wiring
d. Crimping
e. Harnessing

32. Syarat-syarat pemasangan grounding atau bonding, kecuali …..
a. Permukaan harus bersih dan rata
b. Tidak boleh merusak konstruksi utama
c. Harus dihubungkan ke konstruksi cadangan
d. Harus sependek mungkin
e. Tempat pemasangan sebaiknya terlindung

33. Hubungan listrik pada dua atau lebih sambungan dari konstruksi pesawat terbang untuk menyamakan muatan listrik apabila terjadi perbedaan tegangan listrik disebut …..
a. Grounding
b. Wiring
c. Bonding
d. Stripping
e. Looming

34. Hasil penyolderan yang baik adalah, kecuali …..
a. Bersih
b. Terang
c. Halus
d. Rata
e. Mudah lepas

35. Dalam instalasi pesawat terbang yang penting bukan jumlahnya melainkan cara menyusunnya. Hal ini dimaksudkan untuk …..
a. Kerapihan dari tali-tali yang diikat sehingga tidak terjadi korsleting
b. Mempermudah pemasangan instalasi
c. Mempermudah pemeriksaan kabel dalam pesawat udara
d. Penunjukkan RMI (Radio Magnetic Indicator)
e. Mempermudah pemeliharaan bundle kabel dalam pesawat

C.Psikomotorik skill

LEMBAR KERJA PRAKTEK

Mata pelajaran	: Aircraft Instruments
Kompetensi dasar	: Engine Instruments
Kelas/ semester	:
Waktu	:

I. Tujuan :

Memahami fungsi-fungsi komponen listrik
Memasang dan merakit komponen di project yang disediakan
Siswa terampil memasang komponen control dan pengaman pada panel sesuai dengan aturan yang benar

II. Alat yang digunakan

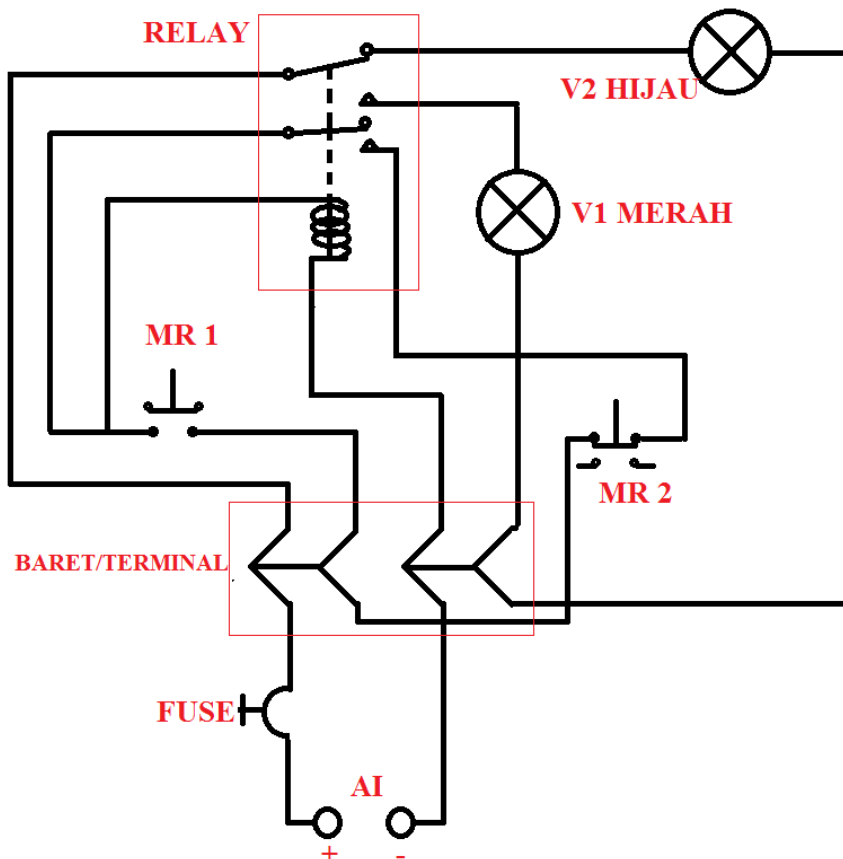
A. Alat dan Bahan

- Solder listrik
- Timah
- Solder pump
- Isolasi
- Tang pengupas
- Kabel
- Tali rami
- Tang penjepit
- Tang pemotong
- Obeng (+)
- Obeng (-)

Komponen-komponen :

- Saklar togel 2 buah
- Lampu 2 buah

- Fuse 1 buah
- Banana flug 2 buah
- Busbar

B. Skema Kerja :

III. **Langkah kerja**

a. Ubah skema kerja menjadi skema sederhana
b. Buat skema pengawatan
c. Buat daftar identifikasi kabel

Setelah identifikasi kabel, lakukan langkah-langkah praktikum sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Cek komponen dengan AVO meter
3. Pasang komponen sesuai rangkaian
4. Pasang kabel sesuai dengan identifikasi kabel
5. Kupas kabel pada setiap ujung (+ 5 mm)
6. Pasangkan kabel yang berasal dari baret

7. Ikat kabel-kabel tersebut dengan baik dan rapi
8. Hubungkan ke masing-masing komponen
9. Jika sudah selesai semua rangkaian siap di uji
10. Lakukan pengujian dan catat hasilnya

IV. Buat laporan praktek

LEMBAR PENILAIAN

Nama siswa	:…………………..
Tingkat / Kelas	:…………………..
Semester	:…………………..
Standar Kompetensi	:…………………..
Kompetensi Dasar	:…………………..

No	Komponen/Subkomponen Penilaian	Bobot	Pencapaian Kompetensi			
			Tidak (0)	Ya		
				7,0-7,9	**8,0-8,9**	**9,0-10**
I	Persiapan Kerja	10				
	▪ emakai pakain praktek					
	▪ emeriksa peralatan					
II	Proses kerja	40				
	▪ erapian memasang alat					
	▪ ebenaran pemasangan alat					
	▪ embacaan alat ukur					

III	Sikap Kerja	20				
	▪ eselamatan kerja					
	▪ anggung jawab					
IV	Laporan	30				
	▪ iring diagram					
	▪ esimpulan					
Nilai Praktik						

Bandung,

Guru mata pelajaran

D. Produk benda kerja sesuai criteria standar

E. Batasan waktu yang telah ditetapkan

F. Kunci jawaban